TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 274-JULHO-1957

CIMENTO SECIL

O CIMENTO PARA OBRAS DE GRANDE RESPONSABILIDADE

4 fornos rotativos — 300.000 toneladas anuais

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.º

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 683649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

CAVAN

SOCIEDADE
PORTUGUESA

POSTES DE BETÃO PARA
LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA
ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

RUA D. ESTEFÂNIA, 42
TELEF. 47812-50129
LISBOA

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXXI - N.º 274 Julho de 1957

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR

JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO

ADMINISTRADOR

CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA

SECRETÁRIO

RICARDO MANUEL SIMÕES BAYÃO HORTA

REDACTORES

JORGE AZEVEDO CIPRIANO

JOÃO MARTINS DE CARVALHO

LUÍS AIRES BARROS

MANUEL VAN'HOFF RIBEIRO

ORLANDO D'ALMEIDA PEREIRA

*

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	80$00	110$00

*

EDITOR E PROPRIETÁRIO

ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

*

COMPOSTO E IMPRESSO

NA

Tip. JORGE FERNANDES, L.DA

RUA CRUZ DOS POIAIS, 103

LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — 57 Bogies para os Caminhos de Ferro do Congo (Angola) — Bitola 1m,067.

Págs.

Poluição do estuário do Tejo

Pelo Eng.º Pedro Celestino da Costa 617

Alunos premiados no ano lectivo de 1955-56 638

Contribuição para o estudo de detectores de emissores β, com geometria 4 π

Por Carlos Lloyd Braga 639

Dispositivos automáticos não eléctricos em abastecimentos de água

Pelo Eng.º António Manuel de Vasconcelos 647

Considerações sobre a lubrificação do pé da biela em motores rápidos de combustão interna

Por José Joaquim Delgado Domingos 653

Do Mundo Técnico 663

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** 668

Biblioteca 669

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SAO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A

Pág.

Agência Comercial, Ltd.ª XIII
Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª XII
Ahlers, Lindley, Ltd.ª XX
Alfredo Alves XLII
Atlantic — Fábrica Lusitana de Tintas e Vernizes, Limitada XXXVI
António Baró XLV
Azevedo & Pessi, Ltd.ª X

B

Blackwood Hodge IV
Bouhon & Irmão, Ltd.ª XIII

C

Canelas & Figueiredo, Ltd.ª XXVIII
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . VI
Companhia Portuguesa dos Petróleos BP XXVII
Companhia União Fabril XXXII
Construções Técnicas, Ltd.ª XI
C. Santos, Ltd.ª . . . . . VIII e XXXIII

E

Edmond Dardel II
Edouard Dalphin XIV
Electro-Arco, Ltd.ª . . . . . 2.ª da capa
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª XXX
Empresa Electro Cerâmica VI
Empresa de Produtos Asfálticos . . . XLV
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Eng.º Augusto Cavaco XIII
Estabelecimentos Herold, Ltd.ª . . . XLI

F

Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, Ltd.ª XXXIV
Fábrica Portugal XLIV

G

General Electric Portuguesa XXV

H

Henriques & Castro, Ltd.ª XI

I

Pág.

INEL XXI
Indústrias Metálicas Dine, Ltd.ª . . . XXVI
IST XXX

J

Jayme da Costa, Lda. XXIII
J. B. Fernandes & C.ª, Lda. XVIII

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XV

M

Manil XXXVIII
Máquinas de Precisão, Ltd.ª X
Monteiro Gomes, Ltd.ª . . . . XL e XLIII

N

Nordberg XXXVII

P

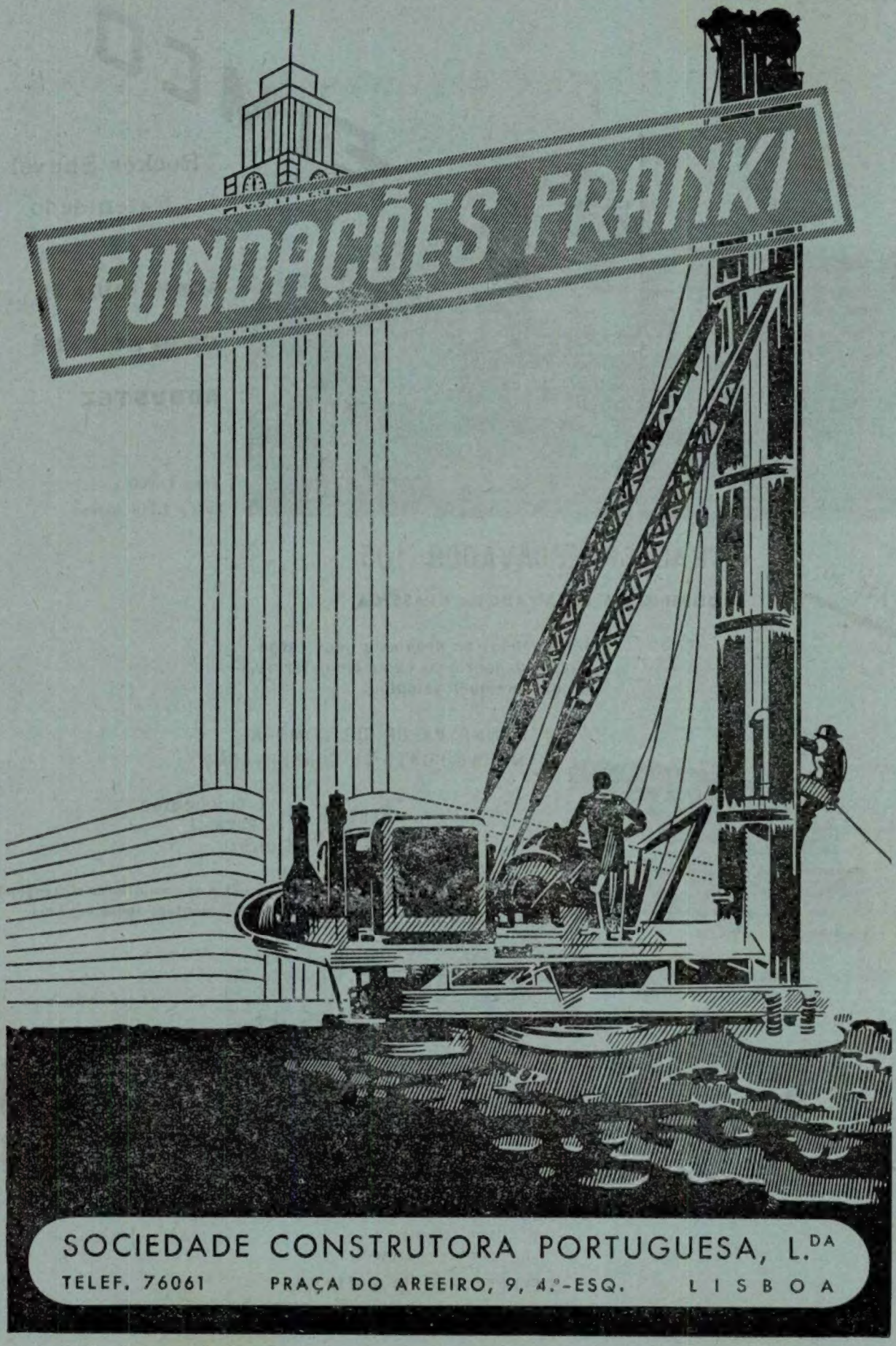
Papelaria Fernandes XXIX
Pimentel & Cesquilho, Ltd.ª III

S

Saint-Gobain XVIII
S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XIX
SKF XXXV
SMEIA . . . . . IX, XXXIX e XLII
Sociedade Avanço, Lda. XXX
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Ericsson de Portugal, Ltd.ª XXXVIII
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XXIV
Sociedade Portuguesa Cavan . . . . 2.ª da capa
Socony-Vacuum Portuguesa XVI
Socotel . . . . . V e XXXI
SONAP XVII
Sondagens Ródio, Ltd.ª XIII
SOMIPA XXV
SOPECATE XLV
Standard Eléctrica VII

T

The Engineering Company of Portugal, Ltd.ª XXII


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 76061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA

EIMCO

Rocker Shovel
Patenteado

SIMPLICIDADE

COMPACIDADE

ROBUSTEZ

peso 17.000 kg
balde 1.110 litros

TRACTOR ESCAVADOR 105

ATÉ AO

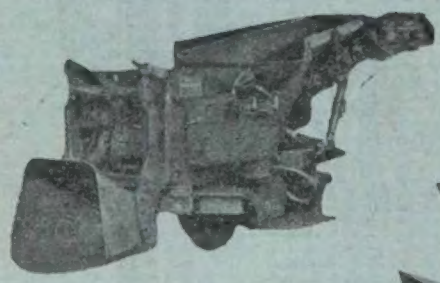
SUPERIOR A ESCAVADORA CLÁSSICA

Resolvendo o problema da carga tanto em pedreiras como em galerias e com qualquer veículo

MÍNIMO VALOR DE COMPRA
MÍNIMO CUSTO DE CONSERVAÇÃO

ENERGIA pouco consumo { AR COMPRIMIDO / ELÉCTRICA / DIESEL

ao modelo 21 a ar comprimido corresponde o modelo 630 montado sobre lagartas

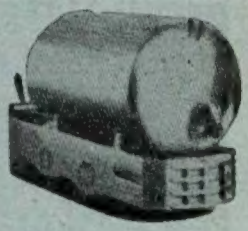


Modelo 40

Modelo 21

Modelo 12-B

Locomotiva a ar



TODA A GAMA DE CARREGADORAS SUBTERRÂNEAS

Milhares de unidades trabalhando em todo o Mundo

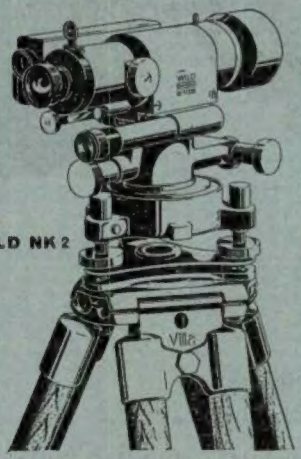
•

AGENTE EXCLUSIVO

EDMOND DARDEL

Rua Rodrigues Sampaio, 19-4.º-B — LISBOA

Telef. 4 2289



WILD NK 2

INSTRUMENTOS DE
ALTO RENDIMENTO
PARA
TOPOGRAFIA
GEODESIA
FOTOGRAMETRIA
MICROSCOPIA
DESENHO

WILD
HEERBRUGG

A MARCA DE PRESTÍGIO INTERNACIONAL

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA
R. DAS PORTAS DE SANTO ANTÃO, 75 — LISBOA
TELEFONE: 24314 • TELEGRAMAS: TECNA

tracto-carregador

CLARK
MICHIGAN
U. S. A.

CLARK EQUIPMENT

Mais «EXTRAS» são «STANDARD» no MICHIGAN do que em qualquer outro tracto-carregador.

- DOIS FARÓIS DIANTEIROS PLENOS DE LUZ
- MUDANÇAS DE TRANSMISSÃO SEMI-AUTOMÁTICAS
- CONVERSOR DE BINÁRIO — NÃO TEM EMBRAIAGEM
- MOVIMENTO DE BALDE INDEPENDENTE DA LANÇA
- CONTA HORAS DO MOTOR
- FILTROS DE ÓLEO PARA O MOTOR E CONVERSOR
- DOIS FARÓIS TRASEIROS
- DIRECÇÃO COM AJUDA HIDRÁULICA
- DESMULTIPLICAÇÃO NOS CUBOS DAS RODAS
- INDICADOR DA POSIÇÃO DO BALDE

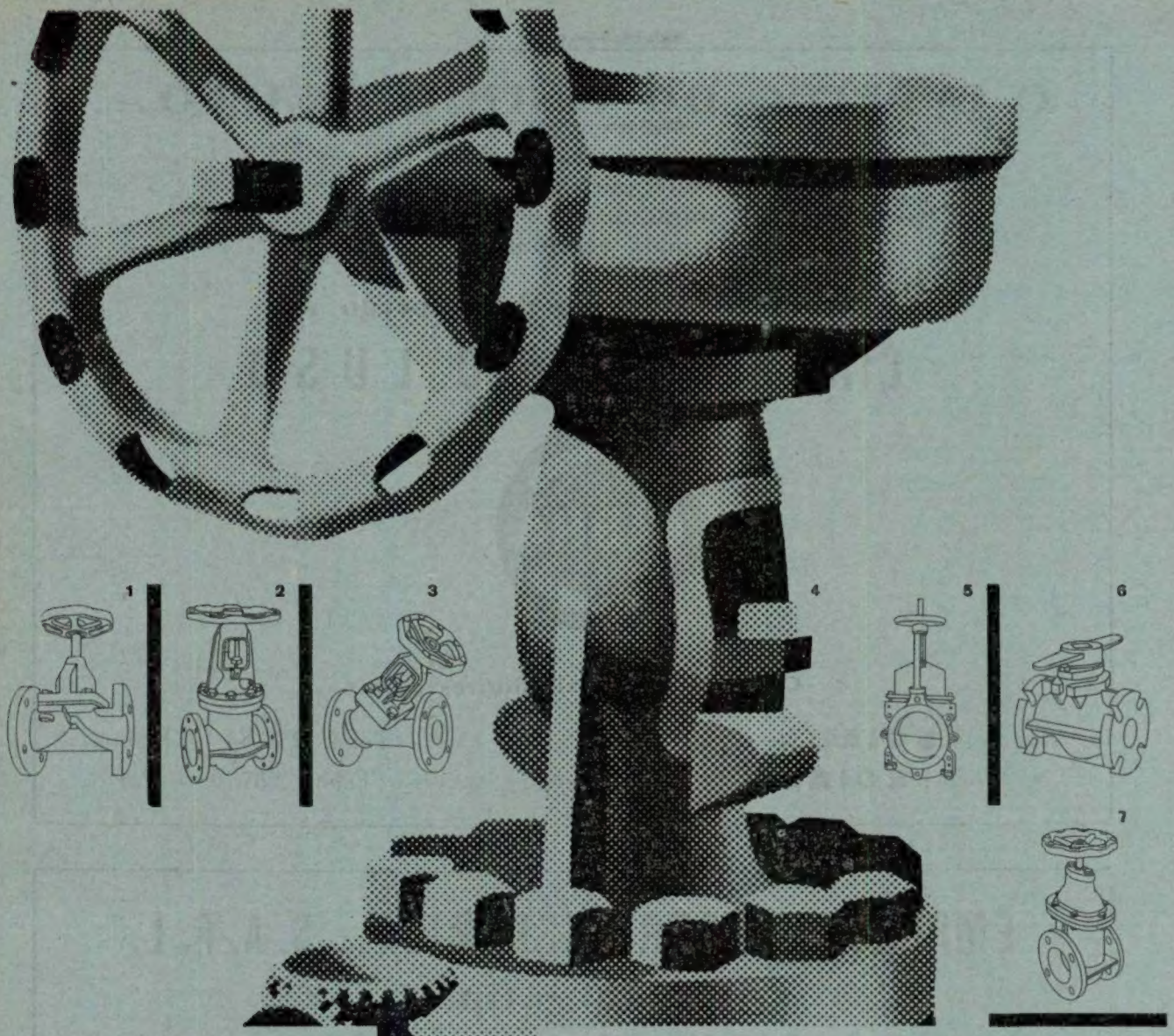
Motor Diesel 80 CV. — Duas velocidades de trabalho e duas de marcha, quer para a frente quer para trás — direcção às rodas traseiras — todas as rodas motoras — pneus 14 : 00 × 24 tipo terraplanagem — balde de 1 jarda cúbica, etc., etc.
Tudo isto torna o Michigan no campião de todos os tracto-carregadores de rodas ou de lagartas.

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS:

BLACKWOOD HODGE

AV. ALMIRANTE REIS, 247 — LISBOA

Telef. 72 59 48 - 72 59 84



De Roll

Válvulas industriais para todos os fluídos, pressões e temperaturas

Fazem parte do nosso programa de fabrico:

1 Válvulas de membrana de borracha para todos os líquidos, em especial para os alcalis, ácidos e água. Temperaturas até 100° C. Não tem empanque.

2 Válvulas de cunha PN 16,25 e 40 atm., para água sobreaquecida, vapor e líquidos que ofereçam dificuldades de estanqueidade, para temperaturas de serviço superiores a 120° C, em ferro fundido ou aço vazado. Estanqueidade permanente.

3 Válvulas de passagem livre para ácidos PN 10 atm. em ferro fundido ou aço vazado inoxidável resistente aos ácidos.

4 Válvulas de corrediça de alta pressão, para todas as pressões e temperaturas que intervenham na indústria, em aço vazado normal ou aço vazado resistindo à fluência.

5 Válvulas para substâncias pastosas com aplicações na indústria da celulose e do papel assim como na indústria química.

6 Torneiras em Silacid, resistente a quási todos os ácidos empregados na indústria química.

7 Válvulas de cunha sem empanque PN 6, 10 et 16 atm. para água fria, água quente, vapor, ar comprimido, vazio e óleo, para temperaturas de serviço até 120° C.

Société des Usines de Louis de Roll S.A.
Fábricas de Klus, Klus (Suiça)

Representantes em Portugal:
Socotel, Lda. Rua Sá da Bandeira, 651-4°. Esq.
Porto — Telef. 27013

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 2 0464 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA — S. A. R. L.

Candal — Gaia

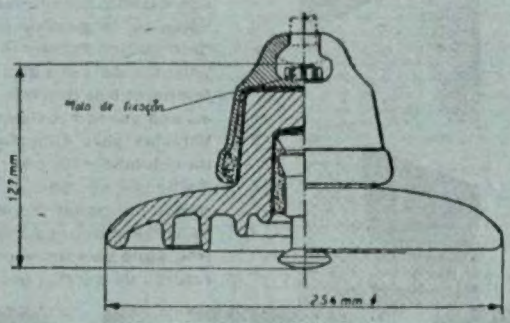
ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos

Peso aproximado: 4,5 kg cada elemento



Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hástes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Sede — Largo Barão de Quintela, 3 — LISBOA

Standard Electrica, S.A.R.L.

ASSOCIADA DA

"INTERNATIONAL TELEPHONE & TELEGRAPH CORPORATION"

NOVA YORK

PROJECTOS · FORNECIMENTOS · INSTALAÇÕES

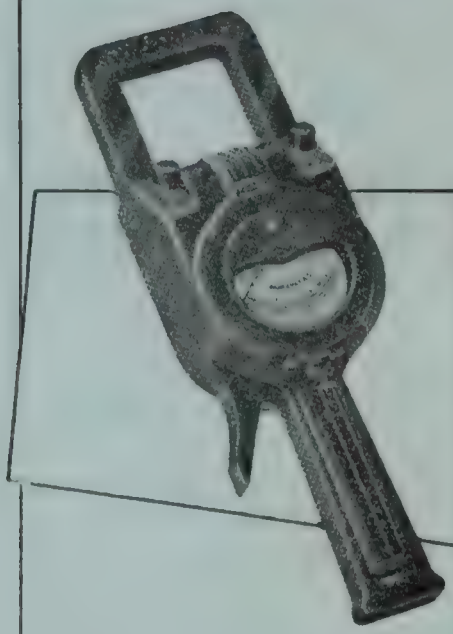
- Instalações de comutação telefónica, manuais e automáticas, de todos os sistemas e capacidades. Sistemas de comunicações por fios em altas frequências;
- Materiais de transmissão automática, por fios e por rádio;
- Material de rádiocomunicações para todas as aplicações em média, alta, muito alta, e ultra-alta frequência;
- Sistemas de antenas para aplicações gerais e especiais para rádiocomunicações, rádiodifusão e televisão;
- Equipamentos de rádiodifusão e televisão e respectivo material de estúdio e acessórios;
- Sistemas de sinalização e de comando, automáticos e manuais, intercomunicadores, amplificadores e aparelhagem acessória;
- Cabos e acessórios de todos os tipos, para energia, comunicações e altas frequências;
- Rectificadores de selénio de tipos especiais e gerais para todas as aplicações.

SERVIÇOS TÉCNICOS, COMERCIAIS E FÁBRICA

AV. DA INDIA LISBOA

TELEFONES 63 8171/6

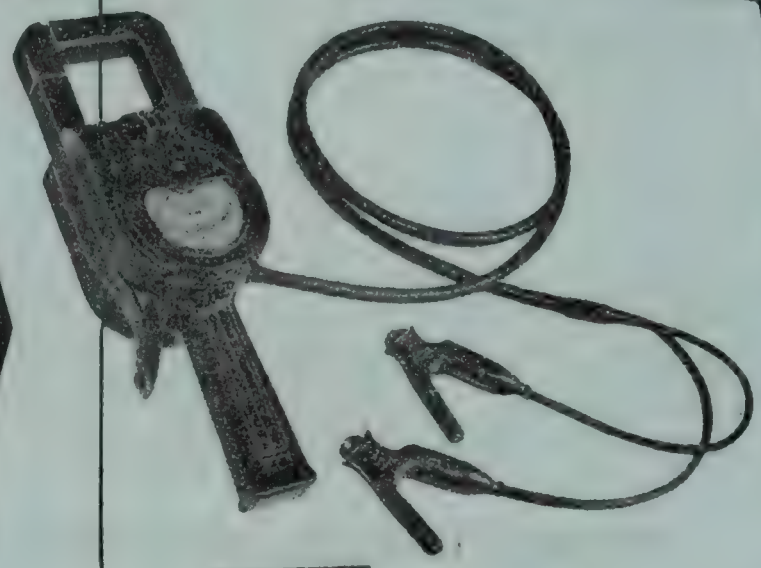
PINÇAS FERRANTI



PINÇAS VOLT—AMPERIMÉTRICAS

7 ESCALAS

EM AMPÈRES	EM VOLTS
0 – 10 AMPS.	0 – 150 V
0 – 25 »	0 – 600 »
0 – 100 »	
0 – 250 »	
0 – 1000 »	



PINÇA WATTIMÉTRICA

7 ESCALAS

0 – 3 KW
0 – 6 »
0 – 12 »
0 – 30 »
0 – 60 »
0 – 120 »
0 – 300 »

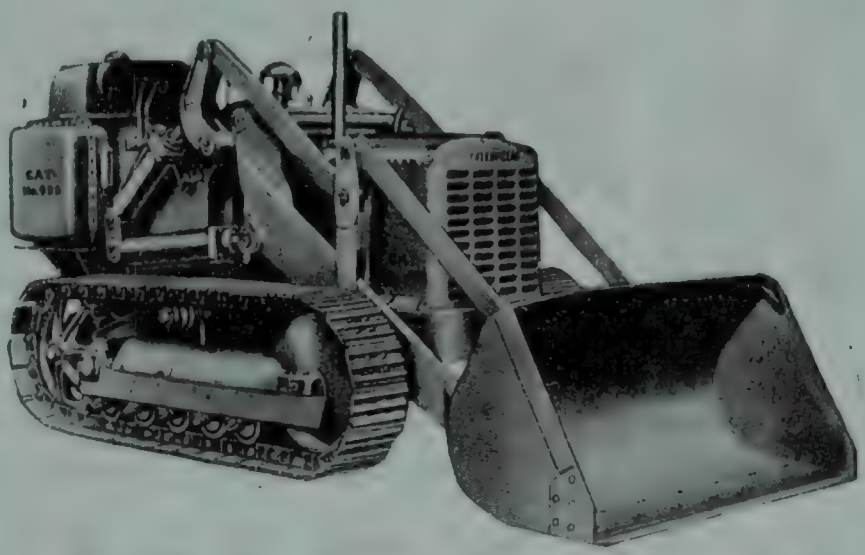
REPRESENTANTES:

C. SANTOS LDA.
29, AVENIDA DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA
T. DA GLÓRIA, 17—LISBOA
160, R. STA. CATARINA, 168—PORTO

AS PÁS MECÂNICAS
CATERPILLAR*

possuem alta qualidade de fabrico e oferecem os mais elevados rendimentos e reduzidas despesas de conservação



Pá escavadoras-carregadoras Modelo «Traxcavator N.º 933»

MODELO	933	955	977
MOTOR	50 H. P.	70 H. P.	100 H. P.
BALDE	1 J. c.	1 1/2 J. c.	2 1/4 J. c.

Peça informações e uma demonstração ao agente exclusivo

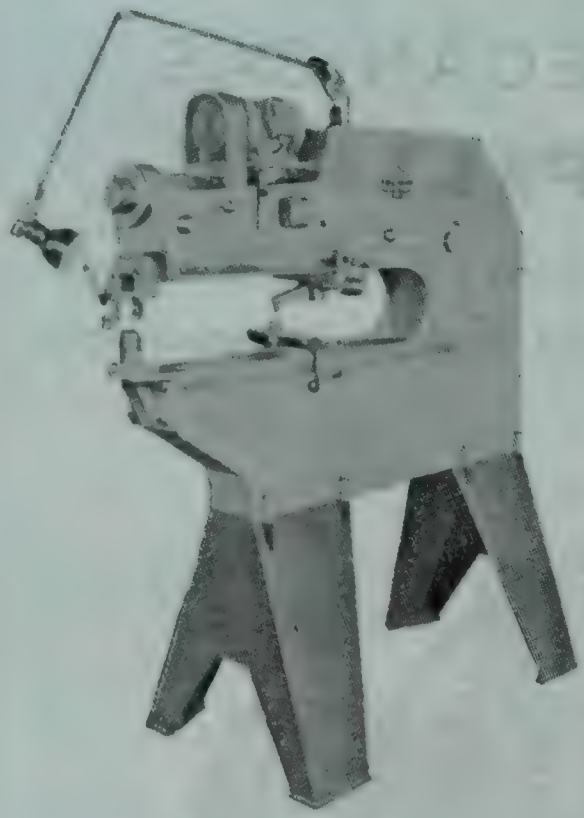
SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA

S. A. R. L.

Avenida P. Manuel da Nóbrega, 8-B ✦ Telef. 72 40 53-4-5 ✦ LISBOA

* Caterpillar e CAT são marcas registadas.



TESOURAS UNIVERSAIS

«TRUMPF»

para trabalhar chapa até 9 mm, em aço inoxidável, cobre, alumínio, etc.

APLICAÇÕES ESPECIAIS

Faz recortes interiores de qualquer perfil, sem perfuração Nervura, embute e reborda, etc.

INDISPENSÁVEL EM SERRALHARIAS CIVIS, ESTALEIROS NAVAIS, FÁBRICAS DE CARROCERIAS, MÓVEIS, ETC.

ENTREGA IMEDIATA

MÁQUINAS DE PRECISÃO, L.DA

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

LISBOA	PORTO	LUANDA
R. Boa Vista, 45-49	R. Sá da Bandeira, 629	Rua Direita, 148

POENSGEN

TÉCNICA PERFEITA

A MAIS MODERNA MAQUINARIA PARA

LAVANDARIAS

✦

ORÇAMENTOS

ESTUDOS

AZEVEDO & PESSI, LDA.

Rua Nova do Almada, 46 — LISBOA — Telefs. 20354 - 24495 - 29879

PETRIFICANTE E HIDRÓFUGO

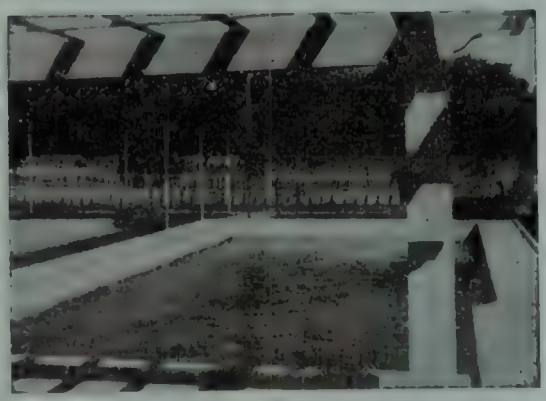
À BASE DE CIMENTO

CEMPEXO

PISCINA DO HOTEL ATLÂNTICO
ESTORIL

PISCINA EM CARCAVELOS

PINTURAS



DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, Lda.

AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96 LISBOA

TELEF. 77 50 57 - 77 50 58

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, L.DA

Praça do Município, 13, 3.º

LISBOA — Telefones 22344 e 27809

C. I. P.

Fundações do Edifício Principal
da Feira das Indústrias Portuguesas

Execução de estacas inclinadas, de betão armado, moldadas no terreno, de $\phi = 500$ mm

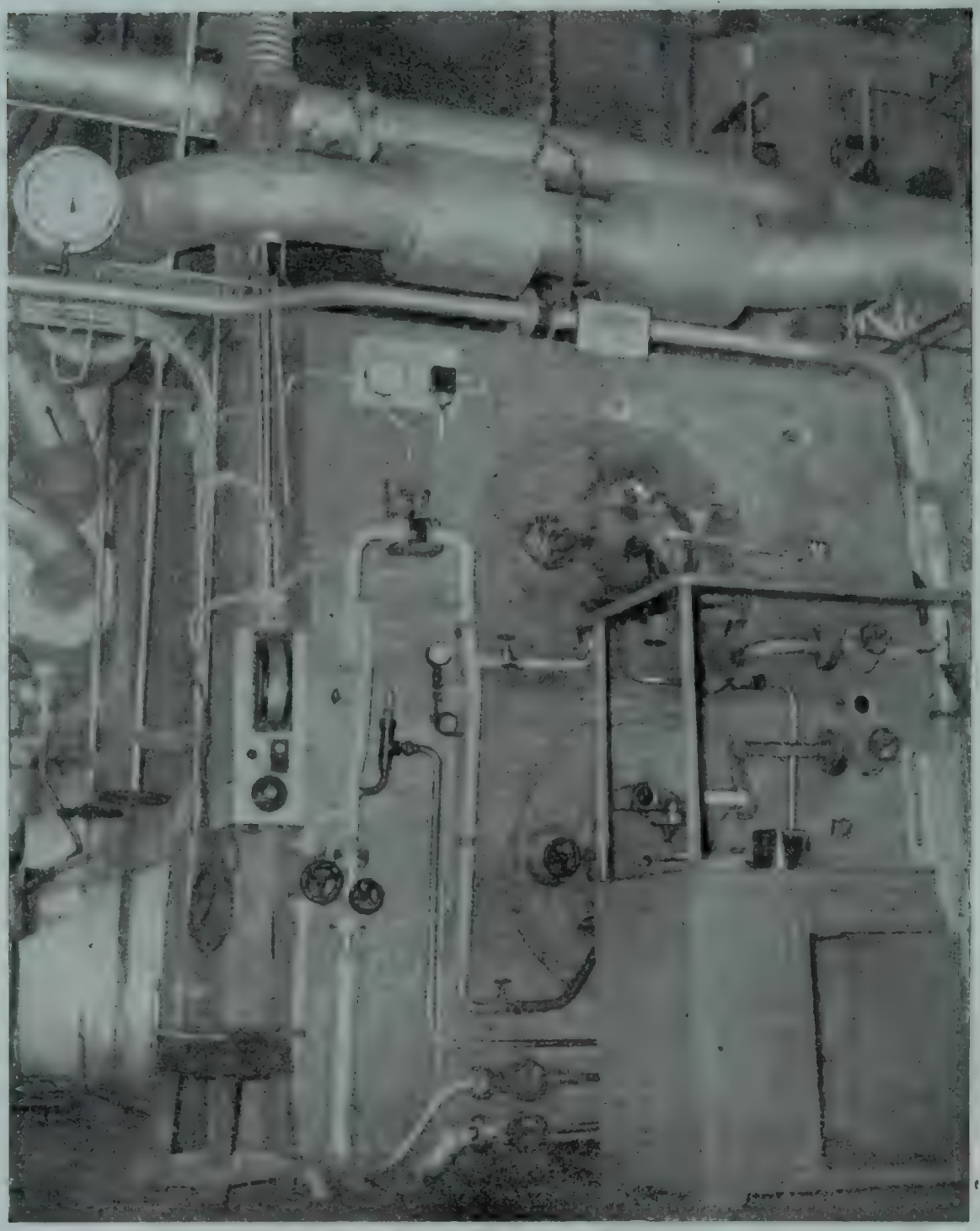
Fundações

Construções Civis e Industriais

Betão Armado e Betão Pré-esforçado

Obras Públicas

SOCIETE ALSTHOM—PARIS

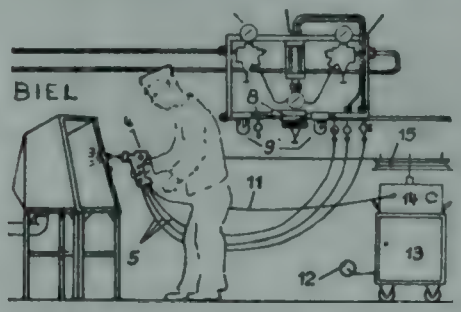


Uma das três caldeiras ALSTHOM, instalada na Central Termo-eléctrica da SACOR — CABO RUIVO

DELEGADOS

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos Industriais, 4-1.º (às Côrtes) LISBOA Telefs. 66 06 92 / 66 60 82 / 66 06 04



METALIZAÇÃO «BIEL»

Aparelhagem tècnicamente perfeita

FABRICO ALEMÃO

Arames de aço e metais

PROJECTOS E ORÇAMENTOS GRÁTIS

DISTRIBUIDORES:

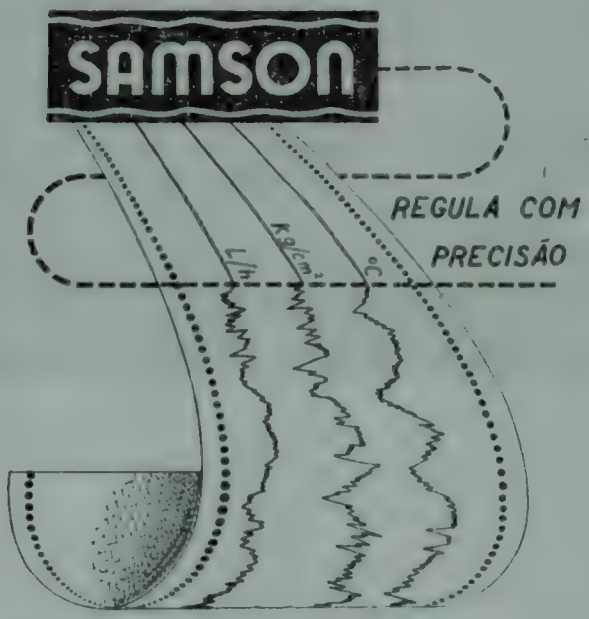
AGÊNCIA COMERCIAL, LDA.

LISBOA

Rua da Boa Vista, 76-1.º — Telef. 34759

SONDAGENS
FUNDAÇÕES
CAPTAÇÕES DE ÁGUA
REBAIXAMENTOS
DE NÍVEIS AQUÍFEROS

RUA RODRIGO DA FONSECA, 62-4.º D. · LISBOA · TELEF. 53873



TEMPERATURA, PRESSÃO E DÉBITOS
PARA VAPOR, ÁGUA, AR, ÓLEO E OUTROS FLUIDOS

BOUHON & IRMÃO, LTD.

EM LISBOA: Av. Júlio Diniz, 26, r/c Esq.
Telef.: 77 86 03, 77 86 85
NO PORTO: Rua Antero do Quental, 615
Telef. 4 0118 — 4 0119

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA S. MAMEDE AO CALDAS, 22, 3.º

Telefones: 2 8685 - 2 6865 ✦ Telegramas: SETANSOL

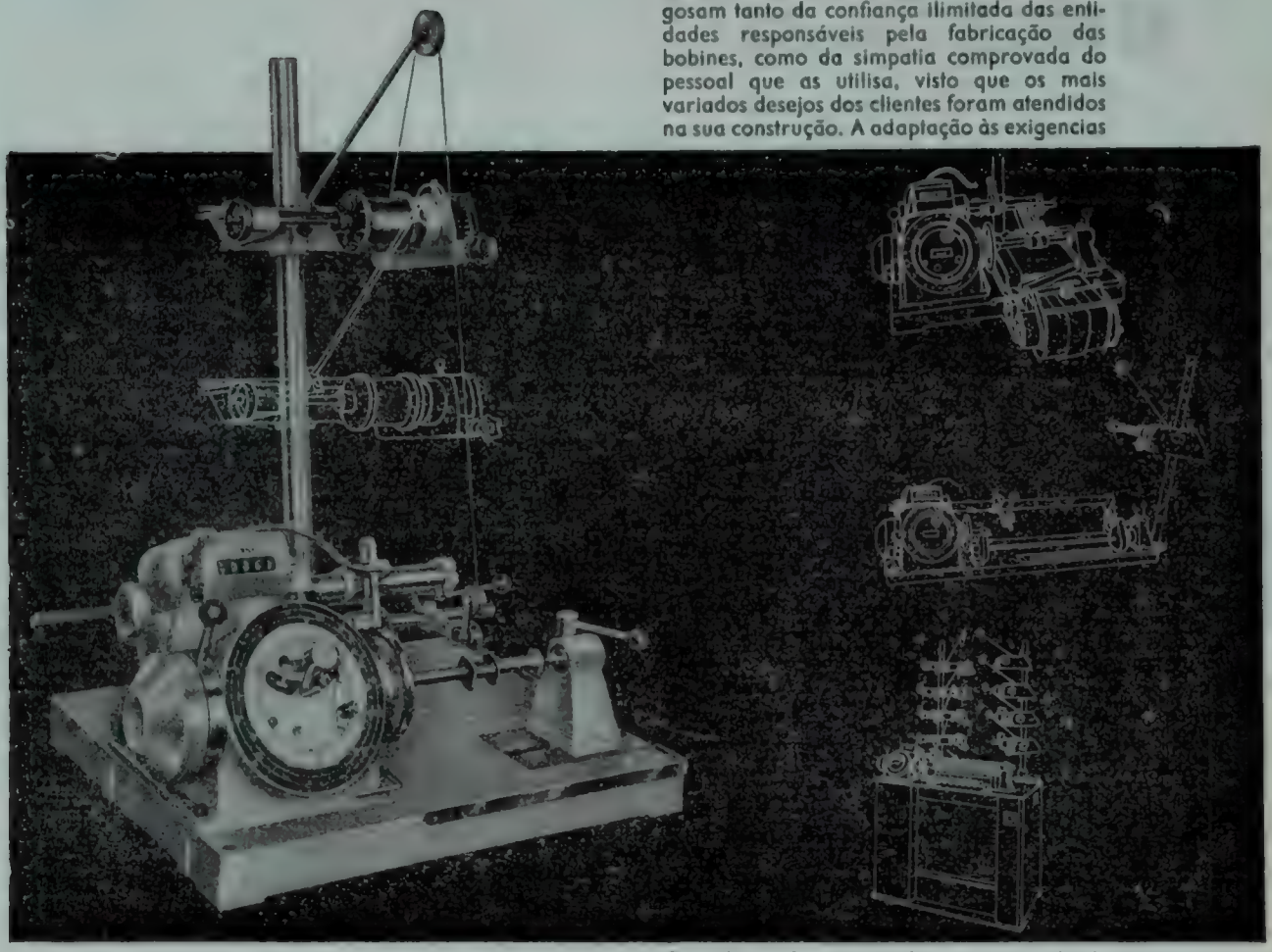
SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Sócio gerente: **Walter Weyermann**–Eng. civil

Máquinas de bobinar fio fino

40 anos de experiência na construção das máquinas de bobinar fio fino justificam a capacidade de producção e a precisão extraordinárias da nova série tipo OFA. Durante 40 anos as exigencias sempre crescentes e complexas exigidas das máquinas de bobinar foram satisfeitas. As máquinas do tipo OFA gosam tanto da confiança ilimitada das entidades responsáveis pela fabricação das bobines, como da simpatia comprovada do pessoal que as utilisa, visto que os mais variados desejos dos clientes foram atendidos na sua construção. A adaptação às exigencias



da prática vê-se especialmente no modo de construção. Este permite a transformação ulterior do modêlo estandardisado em qualquer máquina de producção desejado, que da forma mais racional enrola bobinas de relés, de alto-falantes, de excitatrizes, de relés telefónicos, de alumagem, etc. Os nossos engenheiros especialisados neste domínio estão com a grande experiencia que possuem sempre à sua disposição. Milhares de máquinas de bobinar Micafil funcionam diáriamente em todos os continentes dando a maior satisfação a quém as possue.

MICAFIL S.A. ZURICH (Suiça)

Representação em Portugal:

Edouard Dalphin, ing., Porto

Rua Sà da Bandeira No 481-2°-D° (Palacio do Comercio)

MICAFIL

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações electricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

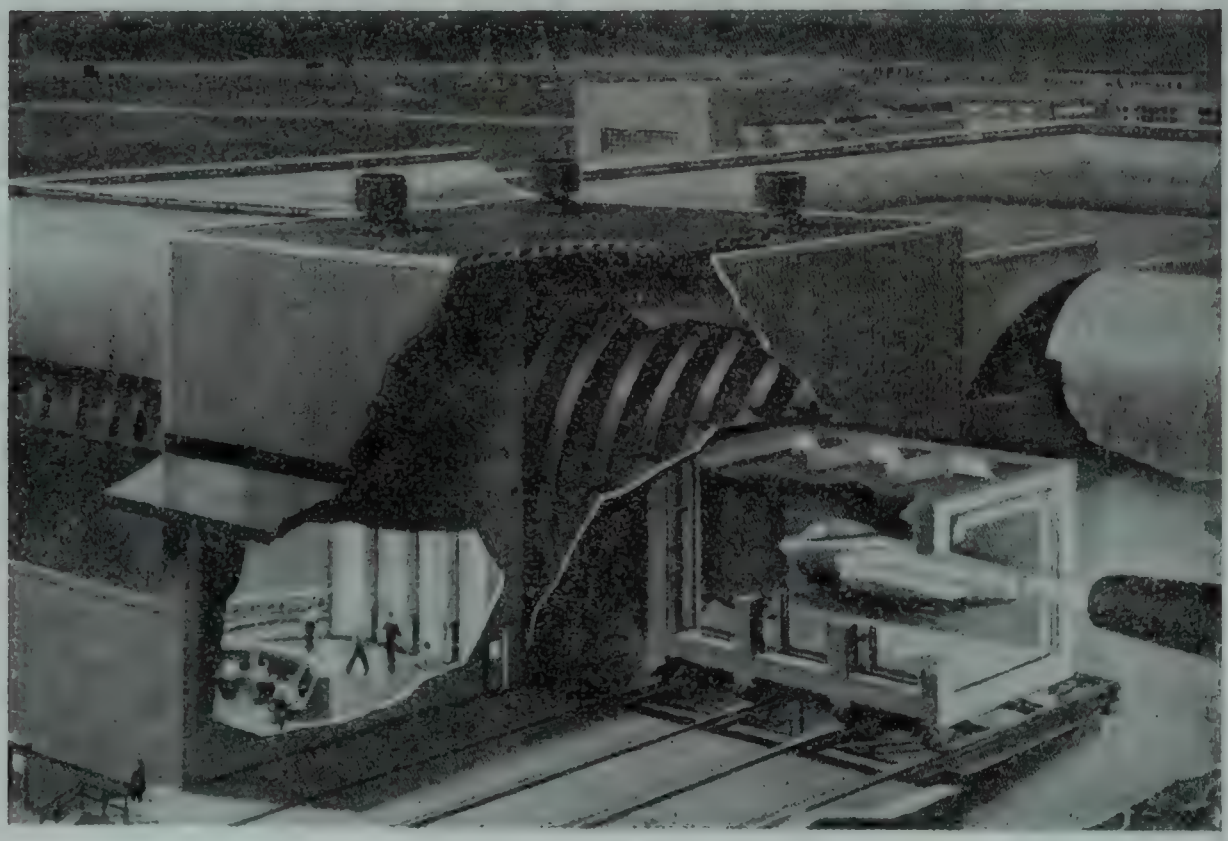
THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico

TUNEL AERODINAMICO DO FUTURO



É neste gigantesco túnel aerodinâmico que os cientistas podem estudar os problemas que surgem quando as velocidades atingem valores da ordem dos 5.500 km/h. e os efeitos das pressões e temperaturas são semelhantes aos que se verificam a altitudes de 30.000 metros.

Este laboratório, único no mundo, permite determinar as futuras condições de voo nos motores e aviões, em escala natural, telecomandados ou não.

A maquinaria que cria estas excepcionais condições supersónicas é constituída pelo maior sistema moto compressor rotativo até hoje construído. Dele fazem parte dois motores eléctricos de 83.000 H.P. — os maiores do mundo — e dois motores de 25.000 H.P., accionando um veio de transmissão de 175 metros de comprimento, rigorosamente equilibrado e pesando 1.500 toneladas.

Este gigantesco veio apoia-se sobre uma resistente película microscópica de óleo Mobil DTE. Este óleo de excepcional qualidade, assim como todos os outros lubrificantes necessários ao bom funcionamento desta maquinaria é fornecido pela Mobil Oil.

LUBRIFICANTES PARA A INDÚSTRIA

Mobil Oil Portuguesa

2886

TÉCNICA

DIRECTOR: JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO
ADMINISTRADOR: CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA
SECRETÁRIO: RICARDO MANUEL SIMÕES BAYÃO HORTA

Ano XXXII - N.º 274 Julho de 1957

C. D. U. 627.17 [614.777] (282.246.23)

POLUIÇÃO DO ESTUÁRIO DO TEJO (1)

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) PEDRO CELESTINO DA COSTA

O estuário do Tejo, com uma superfície de cerca de 24.000 ha (em relação ao nível médio oceânico) e um volume do prisma médio de marés de cerca de 690.000.000 m³, tem uma configuração de grande raridade. A um alargamento progressivo da largura (que chega a atingir 15 kms) sucede-se uma gradual redução (até aos 5,5 kms) e é através de um estreito canal de cerca de 2 kms de largura com direcção pràticamente normal à do rio que desemboca no estuário, que se atinge o oceano. À zona de grandes larguras correspondem menores profundidades (número digito de metros) e ao canal de saída as maiores (dezenas de metros). A comunicação com o oceano é feita principalmente através da Barra Grande ou Canal do Sul em que se regista uma redução das profundidades da ordem dos 30 para os 10 m e a existência de bancos de areia laterais (Cachopos Norte e Sul). Entre o cachopo norte e a margem situa-se a chamada Barra Norte e, entre o cachopo sul e a costa, a Golada do Bugio, de muito menores profundidades. A entrada de água, no estuário, começa a fazer-se, no início da enchente, pela Barra Norte e Golada, mas o grande volume das águas entra e sai pela Barra Grande. Quer a Golada, quer a Barra Norte apresentam condições de funcionamento especiais, ligadas principalmente aos períodos de início e fim da maré, por serem zonas em que menos se faz sentir a inércia, quando da inversão do sentido da corrente, dados os menores ou muito menores volumes de água correspondentes. Na Barra Grande o sentido da corrente é invertido com a maré (condições estas que são de certo modo alteradas com os grandes caudais de água doce de Inverno), ao passo que na Barra Norte o sentido da corrente parece ser o mesmo durante 9 horas aproximadamente, actuando, ao que é de presumir, como uma revessa, durante 3 horas de vazante da Barra Grande. Já na região da Caparica o sentido predominante da corrente parece ser o norte-sul, em condições que não parecem fáceis de esclarecer.

No que respeita à circulação dentro do estuário, tem-se, naturalmente, um sentido de corrente nìtidamente longitudinal, com ligeiras inflexões comandadas pelos talwegs ou linhas de maiores fundos, situadas sensìvelmente no eixo do canal estreito, e, na região de montante, em direcções apontadas às desembocaduras dos rios Tejo e Samora. No canal de saída regista-se, quer na enchente quer na vazante, um desvio gradual da corrente para a região do fundão de Cacilhas. As chamadas «pancadas de água», na designação dos marítimos, não correspondem a trajectórias mais ou menos transversais ao estuário — como parece haver quem suponha — mas apenas, a mudanças de direcção da corrente, ocasionadas quer pela inflexão do próprio eixo do estuário, quer por virtude de perturbações locais como as que se dão na região Cacilhas–

(1) Extraído do «Ante-projecto de saneamento da cidade de Lisboa — Dezembro 1955» (não publicado).

Fig. 1 — Correntes na enchente

-Cais do Sodré, transição brusca da região estreita e profunda para a região larga e menos funda. Ao que tudo leva a crer pelo estudo de trajectórias de flutuadores, o fenómeno mais importante aqui consiste numa maior chamada de água à região central do estuário e à seguinte expansão dessas águas: um fenómeno similar ou assimilável ao que se regista num estreitamento brusco de secção de um canal, com as suas zonas mortas ou de perturbação e, numa certa extensão, a inflexão dos filetes líquidos em direcção às margens. Na vazante essa inflexão dos filetes regista-se não apenas em relação à margem norte (pancada de água em direcção à doca de Alcântara) mas, também, um tanto simètricamente, em relação à margem sul: região Banática–Olho de Boi. As zonas mortas ou de perturbações são frequentemente acusadas por turvações das respectivas águas e situam-se em frente do Terreiro do Paço (margem norte) e Cacilhas (margem sul). Aqui, uma mais sensível acção do vento norte actuando em sentido oposto ao dos filetes que vão entrar no estrangulamento dará, frequentemente, origem ao conhecido fenómeno das «bailadeiras».

Ainda no que se refere à circulação geral das águas no estuário há que contar com o corpo de água excêntrico que forma a enseada Alfeite-Seixal, o qual parece actuar como uma grande revessa de enchente.

A esta circulação geral do estuário, acentuadamente longitudinal e ao longo dos talwegs ou linhas de maiores fundos há que opôr o que designamos por *zonas de menor circulação e de revessas* ou seja as zonas de adaptação às margens, as quais tem apenas importância marginal. Estes efeitos marginais são particularmente acusados nas épocas de caudais de água doce mínimos, não se chegando a registar, de Inverno, quando do transporte de grandes volumes de água doce correndo mais à superfície das águas. As revessas formam-se na vazante a partir da meia maré, parecendo ser tanto mais acentuadas quanto mais viva a maré. São particularmente nítidas as revessas de Algés-Jamor e de Santo Amaro de Oeiras (uma reintrância mais acusada) não chegando a existir ou existindo apenas no fim da vazante em enseadas como Caxias e Paço de Arcos (o que se pode também atribuir à enchente se começar a registar marginalmente). Toda a região marginal é zona de menores velocidades, chegando a haver locais onde se podem constatar águas pràticamente paradas (como em frente do farol da Gibalta) quando é sensível a velocidade da corrente geral de vazante. Na fig. 2, indica-se uma linha que exprime, como certa aproximação, a separação da região de grande circulação da região de menor, nula ou inversa circulação (revessa). Esta zona de separação torna-se particularmente visível em marés vivas, principalmente na segunda metade da vazante, pela cor turva das águas, turvação essa devida, ao que é de supor, a revolvimento de fundos, por perturbações ao longo dessa linha ou região de separação.

Além destas zonas singulares de turvação mais ou menos frequente (as já referidas no estrangulamento Cacilhas-Cais do Sodré e a marginal norte ao longo da separação entre a grande e a menor circulação), há ainda a notar as que, também em períodos de marés de maior amplitude, se registam na margem norte, ao longo dos cais da cidade. Estas zonas de turvação tem importância não só por reduzirem o valor balnear das águas como pela possibilidade de mistura ou influência das lamas dos esgotos da cidade. Estas zonas de turvação coincidem com zonas de lançamento de esgotos ou do transporte dos mesmos, mas julga-se que o fenómeno se deve relacionar amplamente com a poluição natural, ou seja o carreamento de detritos provenientes do caudal sólido do rio, sedimentados no estuário e revolvidos ou removidos deste em certos períodos. Todas estas zonas de turvação são mais ou menos absorvidas em períodos de marés de grande amplitude por turvações gerais do estuário principalmente acusadas na metade norte do canal de saida e que chegam a abranger grandes zonas da região montante do estuário. Em períodos de marés médias ou mortas, o estuário parece ser constituído exclusivamente por águas azuis de grande limpidez, mas em períodos de marés vivas mais intensas (ou em certas regiões de mais baixos fundos quando o vento é mais forte) grandes zonas do estuário tem uma coloração castanha, a qual é particularmente acusada na foz, em contraste com as águas oceânicas.

As turvações das águas estuarinas são uma característica dominante das mesmas e são devidas ao caudal sólido transportado pelo rio. Parte destes materiais sedimenta definitivamente no estuário, assoreando-o progressivamente e parte

Fig. 2 — Correntes na vazante

é carreada para o oceano directamente ou após sedimentação em certos períodos e revolvimento e carreamento noutros. Pela comparação dos planos hidrográficos de 1880 e 1934 pode inferir-se não ser muito sensível aquele progressivo assoreamento, pelo menos na região abrangida pelos dois levantamentos, como se indica na fig. 3.

Se o caudal sólido transportado pelo rio e desembocado no estuário origina uma das características dominantes do mesmo, o volume de água doce que entra no estuário faz distinguir este corpo de água de um simples braço de mar, pelo jogo de salinidades a que dá origem, jogo de salinidades esse que implica a existência de caudais de renovação ou de «escoamento» do estuário, isto é, a descarga, em cada período de maré, de um certo volume de água doce misturado com consideráveis volumes de água salgada, águas estas substituídas por novas águas do mar, no período de maré seguinte — pois, de contrário, a salinidade do estuário diminuiria indefinida-

Fig. 3 — Comparação dos planos hidrográficos de 1878 e 1934

mente, quando, na realidade, se mantém sensìvelmente constante.

O volume de água doce que entra no estuário tem, pois, importância decisiva no regime de salinidade e, consequentemente, nos volumes ou caudais de renovação das águas do estuário, os quais possibilitam o gradual escoamento para o mar de materiais introduzidos no estuário, como sejam os caudais e os materiais constituintes dos esgotos.

Esses volumes de água doce são muito variáveis, descendo a caudais da ordem das dezenas de m^3/seg no Verão e atingindo a ordem do milhar de m^3/seg, no Inverno.

A influência da água doce faz-se sentir num aumento das velocidades de vazante em relação às de enchente, nas camadas superficiais. Em relação a condições de Verão as velocidades de enchente, nessas camadas, são da ordem dos 0,7 a 0,9 m/seg e as de vazante de 0,8 a 1,2 m/seg e mais (condições médias). As velocidades no estuário são, porém, comandadas pela amplitude de maré, cujo mínimo é de 1,00 m e o máximo de cerca de 4,0 m, sendo 2,6 a amplitude média. Em marés vivas o alcance de uma partícula, no decorrer de uma enchente ou vazante, é consideràvelmente maior que em períodos de marés mortas. É teòricamente possível calcular estes alcances com base na teoria de Ketchum, à qual mais adiante se faz referência. Segundo a concepção de Ketchum as águas oceânicas que entram no estuário, obrigam este a actuar como se fosse um pistão empurrando para montante as suas águas: isto é, a entrada das águas faz-se em toda a altura ou profundidade do estuário e não apenas nas camadas acima do nível do baixa-mar.

Poluição do estuário

Além da já referida poluição natural, devida às águas doces do rio e respectivos caudais sólidos, há que contar com a poluição — sanitàriamente muito mais importante — proveniente dos esgostos, principalmente os produzidos na cidade de Lisboa.

A proporção entre os volumes dos esgotos e o do estuário é tão grande que, mesmo em período de marés mortas, se pode contar com uma larga diluição das águas dos esgotos e um considerável abaixamento dos índices de contaminação ou do número de bactérias por unidade de volume. Os *tests* mais representativos da poluição-oxigénio dissolvido, carência bioquímica e colimetria — mostram, em 14 estações utilizadas nos estudos do Eng.º Arantes e Oliveira (1), uma poluição geral das águas do estuário muitìssimo baixa.

A percentagem de saturação em oxigénio dissolvido é, com efeito, da ordem dos 80 a 90 %, quando, pela técnica corrente, são julgadas admissíveis percentagens tão baixas como 50 % (zonas balneares e piscícolas) ou mesmo 30 %. A carência bioquímica de oxigénio (5 dias) variou de 1,5 a 2 mg/1 (valores médios), quando se aceitam usualmente valores da ordem de 4 a 5 mg/1 em águas de rios. (Segundo os cálculos do Eng.º Arantes e Oliveira a carência bioquímica devida aos esgotos de Lisboa deve avaliar-se em cerca de 0,5 mg/1, devendo assim a diferença para os valores referidos de 1,5 a 2,0 mg/1 ser considerada, ao que tudo indica, como índice da poluição natural). Finalmente os índices de contaminação são, também, notàvelmente baixos. Uma média dos títulos colibacilares, em cada estação revela valores da ordem de 1,5 a 12, nas 14 estações, o que corresponde aproximadamente a 65 a 8 bactérias por 100 c. c., quando os limites admissíveis se situam na casa dos 1.000 por 100 c. c. É de notar, porém, que já nestas análises bacteriológicas se registam por vezes índices muito elevados, superiores a 0,01 (título colibacilar) ou seja superiores a 10.000 bactérias por 100 c. c. (ou 100.000 por litro).

Dada a grande capacidade do estuário para a digestão dos esgotos da capital, demonstrada experimentalmente com grande evidência, resulta não só a possibilidade de continuar a usar o estuário na recepção dos esgotos, como ainda a necessidade de averiguar a maneira mais indicada de o fazer. Foi neste sentido que se tornou necessário determinar, com certa precisão, as zonas de contaminação mais intensa, em relação à forma de difusão dos esgotos nas águas estuarinas. Com efeito, as 14 estações localizadas nos 24.000 ha do estuário nos «Estudos de Ante-projecto», deixam òbviamente extensìssimas áreas do estuário por controlar. E se a questão é secundária em relação ao objectivo de determinar as

(1) Esgotos de Lisboa — Estudos de Ante-projecto — 1941.

condições gerais da poluição das águas, já o mesmo não sucede no que se refere às condições de contaminação de certas áreas, em particular as mais próximas da cidade.

Assim, foram efectuadas em 1952 e 1953, investigações tendentes a determinar essas zonas de contaminação mais intensa, já que a observação de «sleeks» e da marcha dos detritos provenientes dos esgotos indicava uma difusão acentuadamente longitudinal e marginal, pelo menos em muitas ocasiões. Além de observações visuais da marcha dos detritos e espalhamento dos «sleeks» (1) — observações um tanto falíveis mas altamente reveladoras — efectuaram-se, ainda, lançamentos de flutuadores e análises bacteriológicas em secções transversais do estuário.

Os ensaios de flutuadores foram propositadamente feitos durante horas de vazante e ao longo da margem Alcântara-Algés. Os ensaios, alguns dos quais são reproduzidos na Fig. 4, foram realizados durante os meses de Junho e Julho de 1952 e mostram a franca possibilidade de atingimento das praias de Algés-Cruz Quebrada e da entrada dos flutuadores na corrente de revessa.

Mostram, ainda, que flutuadores lançados junto à actual desembocadura do Caneiro (doca de Santo Amaro) podem caminhar marginalmente, sem tendência para se dirigirem para o meio do rio. Deve notar-se, porém, que com vento norte bastante forte as condições são alteradas podendo-se chegar a atingir num só trajecto de flutuador a região da Trafaria, partindo-se da doca de Santo Amaro.

Julgamos que se pode dizer que a tendência normal das trajectórias, por condições de correntes, é a que resulta dos ensaios referidos. Condições de vento relativamente forte do quadrante norte, podem, porém, alterar as trajectórias normais mas essa alteração das trajectórias dos flutuadores é exagerada em relação à alteração da corrente pròpriamente dita, pois o vento actua na parte visível do flutuador de forma que exagera os resultados e só é representativa de trajectórias de corpos flutuantes, mas não das águas em que esses corpos flutuam. É, assim, que a poluição por corpos flutuantes dos esgotos pode alcançar vários pontos do estuário, sendo a região da Trafaria uma das mais atingidas, quer por alcances directos, quer indirectamente, após vários percursos no estuário, em virtude da frequência do vento norte.

Verificada por observações visuais (marcha dos detritos e «sleeks») e por ensaios de flutuadores o caminhamento marginal das águas, efectuaram-se um certo número de análises bacteriológicas demonstrativas de ser esse, também, o sentido de difusão dos esgotos. Adoptámos um método que nos pareceu ser o mais indicado para o efeito: sucessivas análises bacteriológicas ao longo de secções transversais do estuário, e, ainda, análises horárias em pontos marginais. Os resultados destas análises estão representados gràficamente em 18 desenhos da Fig. 5.

Os ensaios n.os 1, 2 e 3 foram feitos em Novembro e Dezembro de 1952, em período de grandes caudais de água doce no rio, e sem correntes de revessa marginais. Os ensaios 4 e 5 feitos em Junho de 1953 põem bem em evidência o aumento dos índices de contaminação (expressos pelo número mais provável de colis por 100 c. c,) com o desenvolver da vazante. Os ensaios 7, 8 e 9 procuraram determinar índices em outras praias do estuário (Caxias, Paço de Arcos, S. Julião), o mais possível em locais não influenciados pelos esgotos locais pelo que se excluiu Santo Amaro. É de notar o decrescimento dos índices à medida que se caminha para juzante. São particularmente elucidativos alguns resultados obtidos com índices de contaminação decrescendo do mar para a terra (ensaio 8, Paço de Arcos; ensaio 9, tanto em Caxias, como Paço de Arcos, como S. Julião) mostrando as águas da grande circulação mais contaminadas que as marginais, o que indica a influência dos esgotos de Lisboa.

Nos ensaios 6, 8 e 10 ressalta claramente a grande concentração da contaminação na margem norte.

Os ensaios 12, 14 e 15 mostram como a contaminação se estende ao longo da margem norte e os alcances da mesma.

O ensaio 13 corresponde a análises de águas das praias em enchente e ainda a determinações feitas na banda sul do estuário, em dia de maré de grande amplitude, na enchente, ao longo de grande extensão do estuário, e com índices de contaminação extraordinàriamente baixos.

O ensaio 16 refere-se a uma zona do estuário em que se obtém índices tão baixos como 93,

(1) «Usos terciários da água» — Memórias da Ordem dos Engenheiros — Vol. I — Fasc. II, pág. 187.

relativamente perto de locais (Terreiro do Paço) em que se chega a atingir 1.100.000.

O ensaio 18 corresponde a período de enchente e acusa índices relativamente baixos e concentrados principalmente na banda norte do estuário.

Os ensaios efectuados são suficientes para se concluir:

1 — A desigual distribuição da contaminação, que se concentra na banda norte do estuário, junto à cidade e com índices de contaminação elevadíssimos.

2 — O alcance relativamente grande da contaminação, podendo garantir-se a influência dos esgotos de Lisboa nas águas da zona Algés-Cruz Quebrada. Em relação a regiões como Caxias e Paço de Arcos pode dizer-se que pelo menos em certos ocasiões — ensaio 9 por exemplo — essa influência é bastante sensível, pelo menos em águas próximas da margem.

3 — Os índices de contaminação que se obtém ao longo das praias da região Algés-S. Julião, tendem a diminuir para juzante.

4 — Em relação a dois ensaios apenas efectuados na zona de montante pelo método das secções transversais e durante a enchente, pode verificar-se uma tendência para menores alcances de contaminação, sendo o conjunto de valores na banda direita francamente mais elevado que na banda esquerda.

Na Fig. 6 faz-se uma indicação esquemática do fenómeno da contaminação do estuário pelos esgotos da cidade, nos seus aspectos mais sensíveis: alcance da contaminação na vazante, na zona do canal e esse alcance, quando da enchente, na região de montante. A figura não se refere a condições que se realizem simultâneamente, mas indica as zonas mais afectadas durante um período de maré. Estes resultados são perfeitamente normais e compreensíveis e constituem, por assim dizer, a característica dominante da poluição do estuário do Tejo. Deve atender-se a que a saída dos esgotos da cidade se faz actualmente por mais de 27 desembocaduras, estando, porém, mais de 70 % dos caudais totais concentrados nos colectores do Caneiro e Baixa. O panorama resultante da Fig. 6 deve entender-se como uma primeira aproximação da realidade. Não se dispõem de dados suficientes para mostrar as alterações que o mesmo sofre para marés de amplitude muito diferente da média. Quanto aos ventos julga-se que os do quadrante norte, se suficientemente fortes, podem ocasionar melhoria das condições indicadas e um agravamento destas corresponderá a ventos dos quadrantes S. e W.

Além da poluição pelos esgotos da capital é o estuário sujeito a poluições devidas aos esgotos de outros aglomerados — muito menos sensíveis — e a poluição devidas à navegação e lançamento de óleos. Este último aspecto é particularmente importante e depende largamente do cumprimento da legislação sobre o assunto. Basta dizer que normas adoptadas em Inglaterra só permitem o lançamento de óleos além de 50 kms da costa. Tivemos ocasião de verificar que uma eventual descarga de produtos oleosos em condições de afectar a margem norte do estuário, foi suficiente para impedir totalmente a pratica balnear durante um dia inteiro, em todas as praias da margem norte do estuário. Quanto aos esgotos de outros aglomerados urbanos a sua influência é apenas local. Num dos ensaios efectuados em secção transversal abrangendo a Trafaria, nota-se um valor de contaminação mais elevado nas águas marginais desta praia em local apenas afastado uma centena de metros da desembocadura local.

De um modo geral os índices de contaminação que registámos em águas das praias são relativamente baixos, não obstante saber-se que, em certas ocasiões, a incidência dos esgotos locais nas águas das praias é muito importante e sensível. Procurámos de modo geral colher amostras fora da influência destes esgotos locais (para poder ter em conta a influência dos esgotos de Lisboa), mas em alguns ensaios as amostras foram colhidas marginalmente, sendo de admitir a existência de influências locais. Por observações de «sleeks» na região de Santo Amaro, admitimos que a contaminação da praia devia ser por vezes mínima e máxima em outras ocasiões. As previsões foram confirmadas por análises bacteriológicas, com índices variando entre 93 e mais de 11.000. O primeiro valor corresponde a ocasião de vento norte muito forte, marés vivas e «sleek» afastando-se da enseada. O segundo corresponde a ocasião de «sleek» incidindo e acumulando-se na enseada.

Vê-se, pois, que quer em relação aos esgotos

COLABORANDO COM A INDÚSTRIA

NA LUBRIFICAÇÃO DE TODOS
OS SISTEMAS DE ENGRENAGENS

LUBRIFICANTES

Sonap

57 154

SAINT-GOBAIN

SAINT-GOBAIN

CLORETO DE POLIVINIL :

GOBINYLE
resinas puras

LUCOLENE
pós para moldação

LUCANOL
colódios vinílicos

LUCOFLEX
placas e barras rígidas

★

SILICONES

da S.I.S.S, fluidos, compostos, gorduras, vernizes e resinas.

★

PRODUTOS ORGÂNICOS :

Anidrido ftálico.
Acidos maleico, fumárico, sucínico, málico.
Sucinamida.
Diciandiamida.

★

AGENTE DE VENDAS :

SANTOS, MOUTA, LIMITADA

Praça do Municipio 267-5º
PORTO (tele.20895)

Rua do Instituto Industrial 18-3º
LISBOA (telef 663196/667534)

O P G Paris 5673.8.56

SAINT-GOBAIN

- 1ᵇᵉ, Place des Saussaies, PARIS-8ᵉ

J. B. FERNANDES & Cᴬ, Lᴰᴬ

CASA FUNDADA EM 1781

Telefones P. P. C. 32591/5

Largo de S. Julião — LISBOA

★

Sempre em "stock" aos melhores preços:

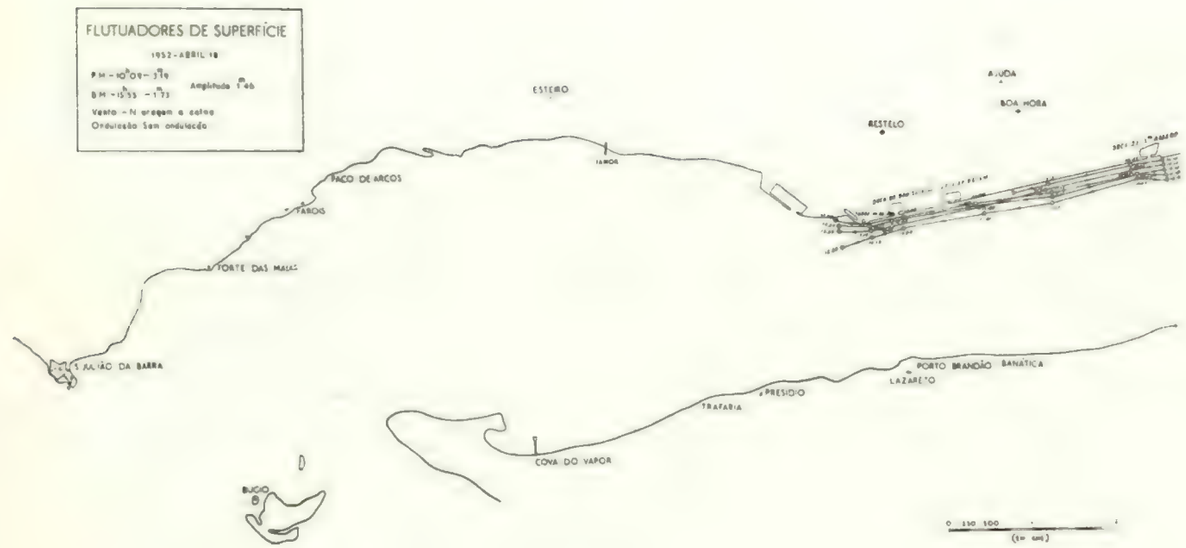
— Tubos para água, galvanizados e pretos.
— » de aço sem costura para alta pressão.
— » » » » » » vapor.
— » » » para caldeiras.
— » » largos diâmetros para poços.
— » » cobre, latão, de aço inox.
— Acessórios para tubos.
— Chapa de aço inoxidável.
— » » ferro chumbado.
— » macia super-estanhada.
— » galvanizada, lisa e ondulada.
— » de alumínio ondulada para cobert.
— » » ferro, fina, média e grossa.
— » » » xadrez.
— » » metal Muntz para barcos.
— » » zinco e de chumbo.
— » » aluminio.
— » » cobre.
— » » latão.
— Folha de Flandres.
— Bronze fosforoso de fundição centrifugada em casquilhos e cavilhas.
— Bronze manganês para veios.
— Metal antifricção inglês.
— Arco galvanizado para vazilhame.
— Barramento de ferro em todos os perfis.
— Arco de tanoeiro.
— Arames vulgares, de ferro e zincados.
— Arames de aço inoxidável, de bronze, latão e cobre.
— Ferramentas «BELZER», nas mais modernas concepções para a indústria.
— Brocas, Mandris, Machos e Buchas marca «MAY».
— Solda de todos os tipos para metais ferrosos e não ferrosos.
— Cabos de aço e inoxidável.
— Correntes de ferro e de aço.
— Aparelhos diferenciais.
— Aparelhos eléctricos, de furar, ventoinhas, esmeriladoras, etc.
— Guilhotinas e saca-bocados.
— Macacos hidráulicos.

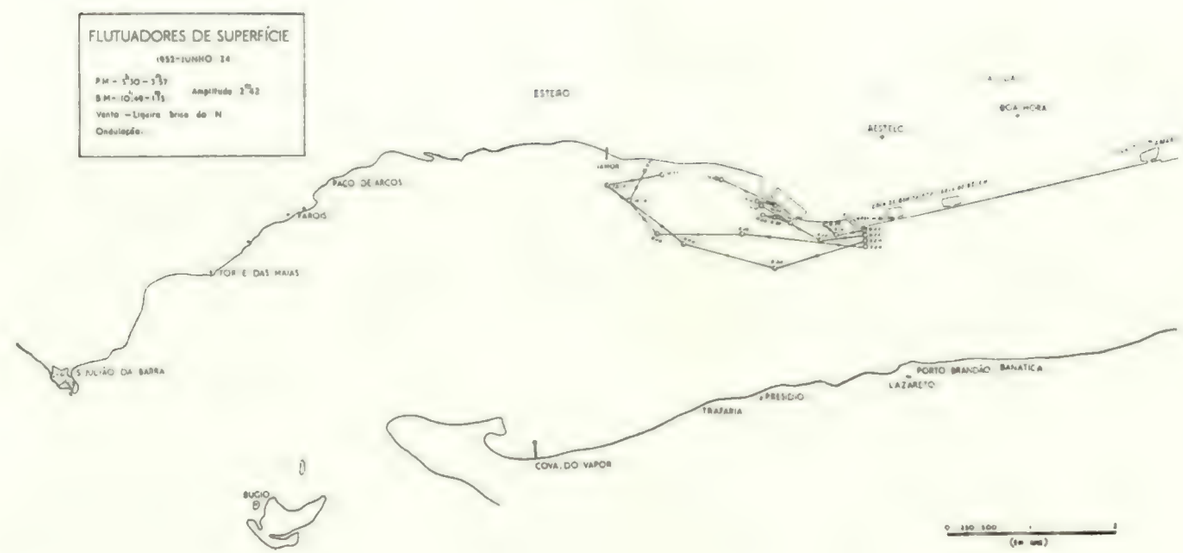
VASTÍSSIMO SORTIDO DE:
FERRAMENTAS, AÇOS,
FERRAGENS E METAIS

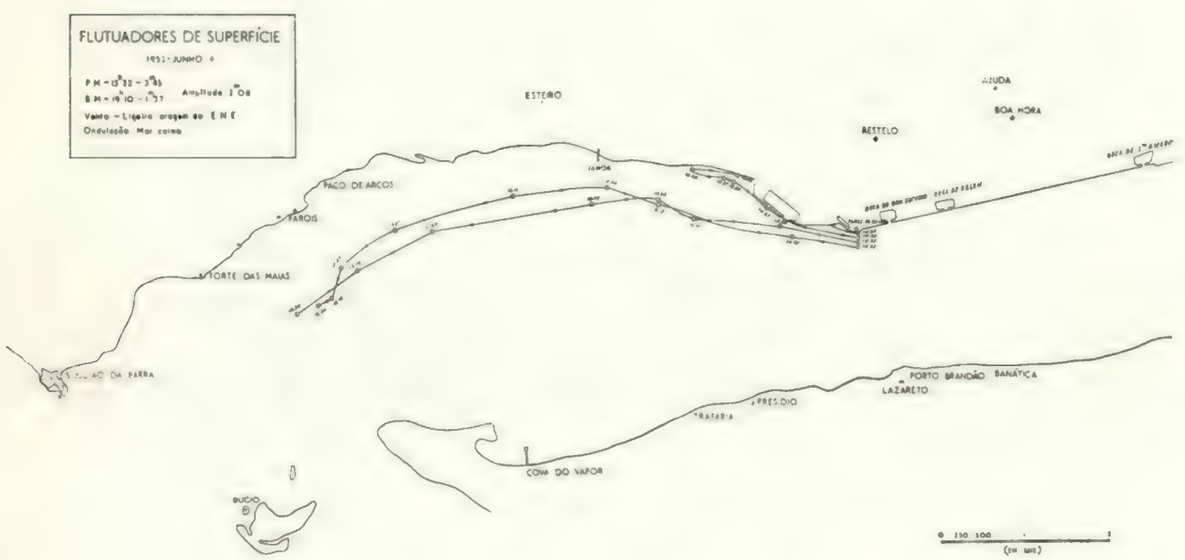
Lingotes de Bronze / Latão
Cobre-fósforo / Zinco / Estanho
Chumbo / Antimónio, etc.

CUTILARIAS DAS MELHORES MARCAS

ARTIGOS DOMÉSTICOS







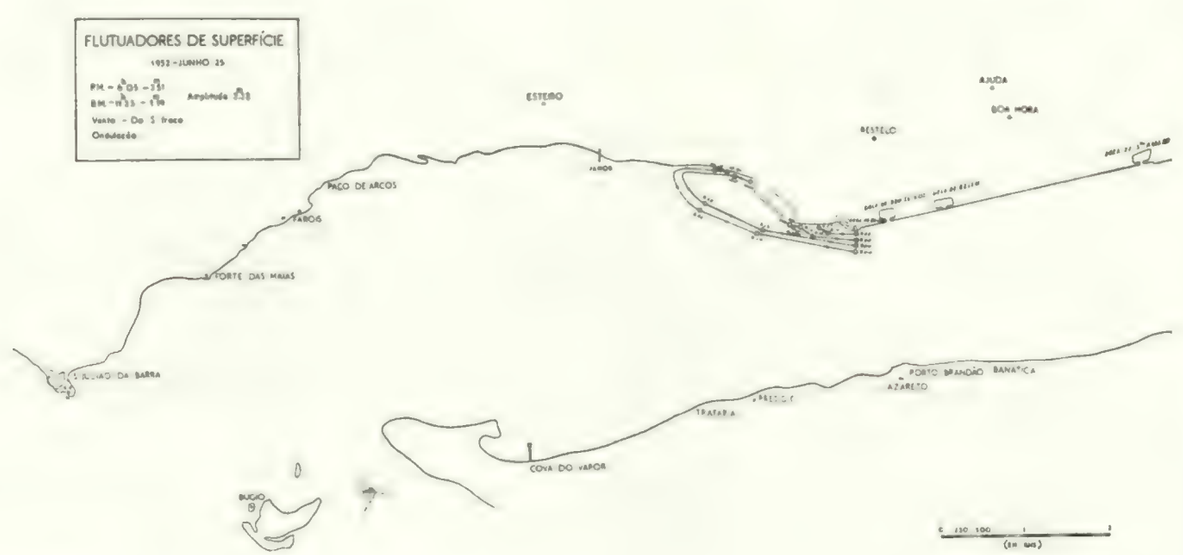


Fig. 4 — Ensaios de flutuadores na região Alcântara–Algés

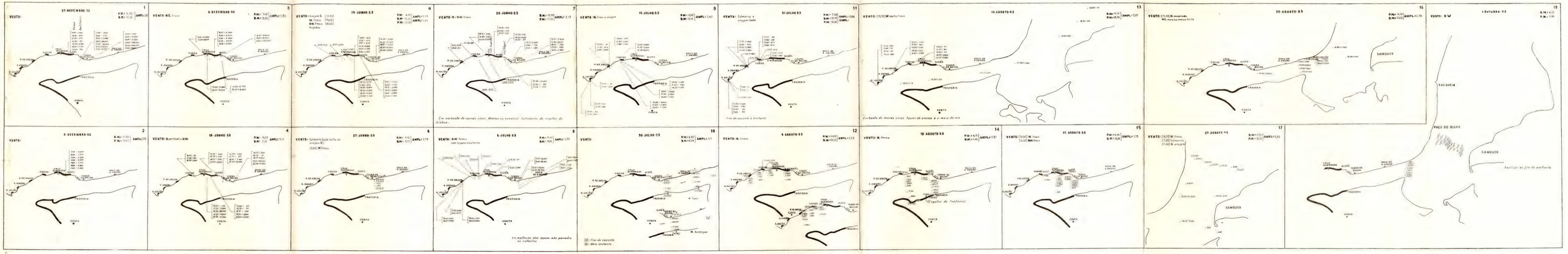
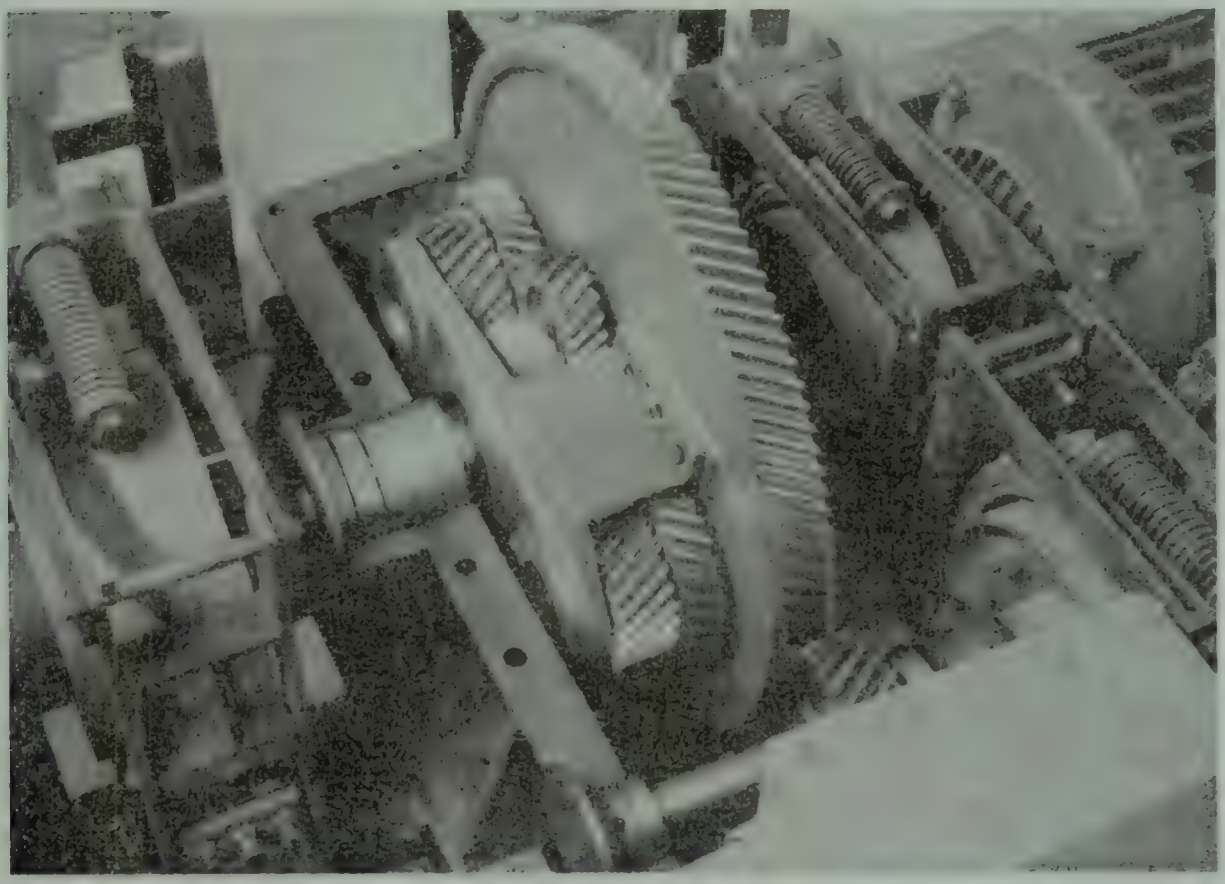


Fig. 5 — Análises bacteriológicas no estuário (Bactérias/100 c. c.)

MAGUE

S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA

Alverca — Portugal



Ponte Rolante de 2 × 2 Ton. com 7 velocidades de elevação

REDUDOR EPICICLOIDAL

PROJECTO E FABRICO DE

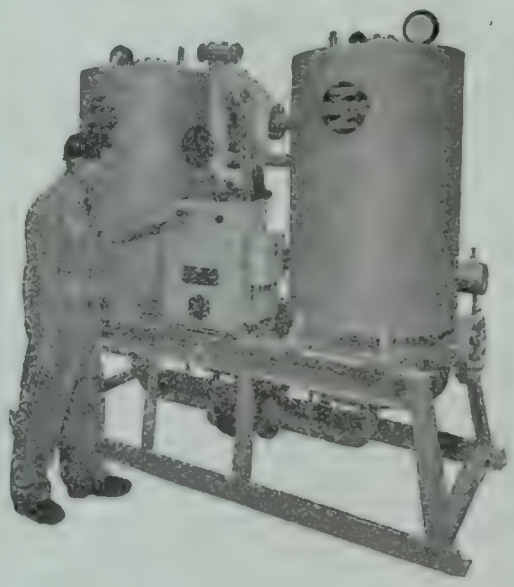
PONTES ROLANTES

GUINDASTES

GRUAS, DERRICKS E GUINCHOS

APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS

CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS



A **humidade** é a causa de sérios problemas de ordem técnica e de incalculáveis prejuízos.

Estes inconvenientes podem ser totalmente eliminados com a utilização dos **Exsicadores "BIRLEC"**.

BIRLEC

LIMITED

BIRMINGHAM — Inglaterra

Representantes:

Ahlers, Lindley, Limitada

Rua Ferregial de Baixo, 33-2.º
LISBOA
Telef. 2 1321/4

Palácio do Atlântico, 408
Praça D. João I
PORTO — Telef. 3 1414/5

Fig. 6 — Distribuição da contaminação num período de maré

da capital, quer em relação a esgotos locais de pequenos aglomerados se podem ter condições variando entre larguíssimos limites. As condições de marés, ventos e difusão dos esgotos permitem variar as condições de modo a ter-se, umas vezes, índices de contaminação próprios de águas virginais e outras vezes índices da mais alta contaminação, correspondendo a água de perigo sanitário eminente. Deve notar-se que uma melhoria (nalguns casos porventura decisiva) das poluições de origem local é muito mais fácil que a eliminação da poluição devida aos esgotos da capital, pois é viável o simples afastamento dos actuais exutores ou saídas dos esgotos locais para distâncias garantindo muito maior segurança sanitária. As praias situadas fora do estuário (margem norte) encontram-se, neste aspecto, em melhor situação, pois não há que contar com correntes marginais de velocidade relativamente elevada e consequentemente de alcance maior no mesmo espaço de tempo.

Utilização do estuário

A utilização econòmicamente mais importante do estuário é como grande porto. As instalações portuárias parece terem atingido o seu limite juzante com a construção da doca de Pedrouços e terraplenos correspondentes. Ainda estão por concluir alguns troços em toda a frente marginal da cidade. Há projectos referentes à ocupação de certas áreas da margem sul, nas zonas de montante.

A utilização balnear, se bem que menos prezada durante muito tempo e mais ou menos afectada com obras como as da construção da estrada marginal, constitui para a população de uma grande cidade, como Lisboa, uma possibilidade, em condições bastante excepcionais, de contacto com a natureza e recreio — uma das grandes necessidades das populações das grandes urbes. Sendo uma utilização essencialmente benéfica no aspecto sanitário ou de salubridade — «um valor positivo de saúde» como foi designada por um dos mais eminentes sanitaristas — nem sempre terá sido considerada em todo o seu real valor.

As praias do estuário que presentemente mais interessam à população da capital são as que se estendem na margem norte, desde Algés a S. Julião, e na margem sul, da Trafaria à Cova do Vapor. Parece haver quem suponha que o desenvolvimento de praias situadas fora do estuário — Carcavelos ao Guincho e Caparica à Fonte da Telha, superiores sob muitos aspectos — tirará importância às praias estuarinas. Não só a experiência o demonstra em cada época balnear, como a utilização das praias do estuário, pela proximidade da capital e por condições naturais notàvelmente boas (e distintas das de outras praias, de águas mais agitadas ou perigosas) se deve considerar como permanente e de interesse sempre crescente.

Em relações aos 850.000 habitantes actuais, ou aos 1.200.000 futuros parece inteiramente ilusório admitir o decréscimo da utilização das praias do estuário. Um dos grandes inconvenientes actuais reside exactamente na poluição por esgotos, por vezes muito visível, sensível ou palpável. As turvações das águas, em certas ocasiões, reduzem também o interesse balnear, embora as matérias em suspensão sejam essencialmente de natureza mineral, à parte a influência que possa hoje haver, exactamente na margem norte, de matérias sedimentáveis (lamas) dos esgotos de Lisboa.

Na região montante do estuário podem anotar-se algumas praias de interesse local e pràticamente não afectadas pelos esgotos de Lisboa (excepto no que se refere a corpos flutuantes): Alfeite, Barreiro, Alcochete.

Ainda dentro da utilização balnear, recreativa e desportiva há que contar com a prática de desportos como a natação, vela e remo, estando localizados, na margem norte entre Cais do Sodré e Algés, os mais importantes centros dessas modalidades. Em desenho junto, indicam-se alguns dos percursos usuais de provas desportivas dentro do estuário. (Fig. 7).

Uma terceira utilização do estuário consiste no aproveitamento de condições naturais, que parece serem excelentes, para o cultivo de ostras. O interesse e valor das mesmas reside, em grande parte, na boa procura em mercados estrangeiros. Uma epidemia tífica registada em Inglaterra, há anos, foi atribuída a ostras portuguesas contaminadas e a proibição do seu cultivo no estuário parece ser uma consequência bastante directa desse facto. Tem-se admitido (1) que a poluição das ostras, dada a localização

(1) Esgotos de Lisboa — Estudos de Ante-projecto.

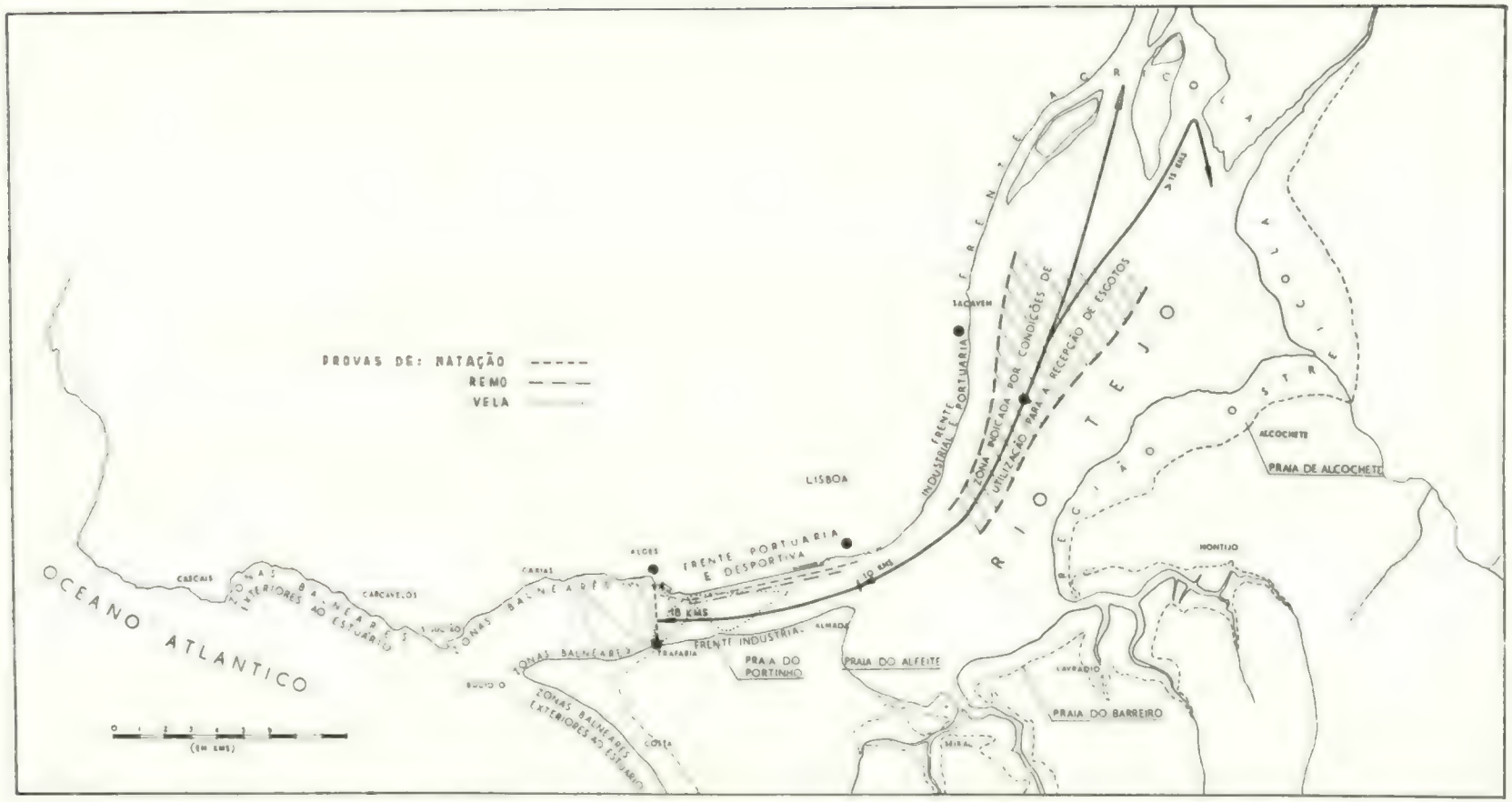


Fig. 7 — Condições de utilização do estuário

das zonas de cultivo ou concessão será, essencialmente, de origem local e não proveniente dos esgotos de Lisboa. Com efeito, sendo uma das zonas mais importantes a do esteiro do Montijo é de admitir origem principalmente local de contaminação. Indicam-se na Fig. 7 as zonas ou regiões ostreicolas do estuário, algumas das quais, como as do Barreiro foram eliminadas pelo esgotos industriais, de natureza ácida, da Companhia União Fabril. A exploração actual das regiões ostreicolas está longe de abranger intensivamente toda a zona indicada que é, assim, mais potencial que efectiva.

Nas condições actuais, a permissão do cultivo de ostras é condicionada à passagem das mesmas pela estação depuradoura do Montijo.

Deve notar-se que se se atender à dificuldade de controle de produção de ostras em tão extensas áreas como as do estuário — e essa produção chega a dar-se na margem norte, nos cais e estacadas marginais — às possibilidades de contaminações eventuais quer por descargas de barcos navegando sob essas zonas, quer por outras causas similares, não pode deixar de se reconhecer que a obrigatoriedade de passagem pela estação depuradora e proibição de venda de ostras sem a garantia sanitária é, efectivamente, condição desejável ou muito conveniente, não obstante se admitam, por vezes, índices de contaminação um tanto acentuados em parques ou zonas de ostras não sujeitas a depuração artificial.

Em acordo com a técnica americana — bastante rigorosa nos requisitos das águas, mas relativamente tolerante nas análises bacteriológicas de ostras para consumo — as águas devem ser classificadas para o efeito, nas seguintes categorias:

a — Aprovadas
b — Restrictas; poluição moderada
c — Reprovadas; altamente poluídas.

Uma área aprovada deve satisfazer aos seguintes requisitos:

1 — Evidência de que matérias fecais não atingem a área em concentrações perigosas ou antes que tenha passado o tempo suficiente para tornar essas descargas inócuas.

2 — As águas não devem acusar uma densidade média de *colis* além de 70 por 100 mililitros (70 por 100 c. c.)

3 — As amostras devem ser colhidas em várias alturas da maré, nas regiões mais susceptíveis de poluição e durante uma ou mais épocas de cultivo, durante as quais as condições referidas em 1) devem permanecer pràticamente inalteradas.

Uma área reprovada é aquela em que se torna evidente forte poluição por descarga directa de esgotos; ou que está exposta a ligeira poluição, mais ou menos contínua, proveniente de focos de contaminação próximos ou ocasionais contaminações directas por descargas de fezes; ou que tenham uma densidade média de *colis* acima de 700. Uma área de poluição moderada corresponde a condições intermédias entre estas duas.

Infelizmente não se dispõe de análises bacteriológicas sistemáticas durante a época ostreicola ou seja no Inverno. Ainda o tentámos fazer mas era necessário uma organização mais complexa e meios financeiros mais difíceis de obter que para os ensaios na margem norte feitos em melhor época do ano e em locais mais acessíveis. Em relação às análises feitas na zona de montante (Outubro de 1953, em época ostreicola) pode verificar-se, na banda sul do estuário e próximo da zona ou região ostreicola valores relativamente baixos de índices de contaminação (em relação à margem norte), mas da ordem, no entanto, das centenas de *colis* por 100 c. c., tendo-se registado mesmo um valor de 2.400. Ao que julgamos, não se pode pôr absolutamente de lado a hipótese de alcances por esgotos da margem norte que tenham atingido, em condições de vento norte, a zona da cala de Samora (o que aliás corresponde a algumas trajectórias dos ensaios de flutuadores feitas nos «Estudos de Ante-projecto») em condições, ainda que eventuais, de concentração bacteriana relativamente grande (matérias flutuantes, por exemplo).

Em 35 análises efectuadas em Agosto e Setembro de 1940 nas estações 3 e 4 dos «Estudos de Ante-projecto», que são as mais representativos da grande região ostreicola, apenas duas acusaram um valor de 1000 colis (100 c. c.) sendo todas as restantes correspondentes a valores muito inferiores.

Julgamos assim que as regiões ostreicolas da zona Alcochete-Montijo devem, com maior probabilidade, considerar-se na classificação intermédia referida, quer no que respeita a poluições

locais, quer no que se refere a poluições eventuais pelos esgotos de Lisboa, nas condições actuais. A depuração das ostras impõe-se portanto, e uma vez existindo a mesma — como já existe — os requisitos das águas serão menores. Fica-se em presença de processo de contaminação indirecta ou sem contacto directo, o que não é o caso da prática balnear, em que se regista o contacto directo da água com o banhista, sem interposição de qualquer mecanismo de depuração (caso da ostra depurada).

Ao localizarem-se novos locais de lançamento final dos esgotos e ao definir-se o grau de depuração necessário deve, porém, pretender-se que o alcance, ainda que eventual, da região ostreicola seja feito em condições de concentração bacteriana tão baixa que a depuração artificial da ostra se possa tornar desnecessária.

Da análise das zonas de utilização do estuário conclui-se que nos seus 24.000 ha se distinguem nìtidamente as seguintes:

— zona balnear e desportiva, no canal de saída
— zona ou região ostreicola, na margem sul: Alcochete-Montijo
— zona portuária e urbana: toda a frente da cidade, com instalações industriais na região de montante.

A primeira e terceira zonas coincidem com a região mais afectada pelo lançamento dos esgotos. Reconhecendo-se a possibilidade de continuar a utilizar o estuário para a recepção dos esgotos a zona mais indicada para o fazer é, por condições de utilização, a indicada na Fig. 7. Trata-se da região de menores fundos do estuário, no entanto. Se isso facilita a implantação de exutores relativamente extensos, se se pode contar com um intenso misturamento vertical e ainda com valores relativamente elevados de oxigenação pela superfície das águas, tem-se, por outro lado, desvantagens em relação ao lançamento em maiores profundidades (como seja um maior decréscimo dos índices de contaminação à superfície) e dispõe-se de menor capacidade de renovação que em relação a lançamentos mais a juzante. Sucede, porém, que as zonas de juzante do estuário são exactamente as apropriadas à prática balnear e desportiva e que lançamentos feitos a montante, dado o sentido acentuadamente longitudinal das correntes — quer a meia-maré quer em períodos de estofa — e difusão também longitudinal da contaminação podem de forma relativamente segura vir a afectar apenas as áreas que lhe venham a ser destinadas. Na Fig. 7 indica-se uma localização de lançamento que é de grande segurança em relação ao alcance directo das zonas balneares e ostreicolas por um lado, e das zonas balneares, por outro — mas que corresponde a secção do estuário de menor caudal de renovação. A uma localização mais a jusante podia garantir-se um maior caudal de renovação e maior área de secção transversal interessada na diluição mas o alcance directo da região ostreicola admite-se que poderia vir a ser feito em distâncias mais curtas ou em tempo insuficiente para se garantir uma alta segurança sanitária.

Ao jogo dos dados das condições naturais sobrepõe-se o controle do grau de depuração no tratamento dos esgotos o qual se for total reduz a curtas ou nulas distâncias os alcances da contaminação e permite o lançamento em qualquer região do estuário mesmo de menor caudal de renovação.

Condições do fundo do estuário

A formação de bancos de lamas provenientes dos esgotos só é possível onde se registem condições de velocidade suficientemente baixa para permitir a sedimentação e onde se não registem, noutros períodos, velocidades suficientemente altas para carrear esses depósitos de lamas. Para velocidades da ordem dos 0,3 m/seg sòmente sedimenta material mineral, como areias, mantendo-se em suspensão os materiais orgânicos. Velocidades desta ordem e superiores (2 a 3 vezes) são normalmente atingidas na maior parte do estuário, durante um certo número de horas de cada período de maré. Nos períodos de estofa a velocidade reduz-se consideràvelmente para valores que contudo não parecem descer frequentemente abaixo de 0,1 m/seg. Só para velocidades até 0,05 m/seg se regista a sedimentação dos materiais mais finos dos esgotos. Desde que, portanto, os materiais dos esgotos entrem na grande circulação do estuário a formação de bancos ou depósitos de lamas será mínima. Esgotos lançados em zonas de menor circulação tenderão, porém, a formar esses depósitos como é o caso da enseada do Terreiro do Paço. De um

modo geral a menor velocidade da corrente junto às margens favorece a deposição ou sedimentação mas mesmo aí as velocidades em períodos de marés vivas serão possìvelmente suficientes para impedir a formação de depósitos ou bancos importantes. A questão complica-se com a formação de depósitos devidos ao material sólido do próprio rio e das águas pluviais urbanas.

Os problemas que se levantam com a formação de bancos de lamas de esgotos, dizem geralmente respeito à depleção do oxigénio do rio, questão que não parece ter importância, no estuário do Tejo, dados os valores consideràvelmente altos que se registam, como já foi dito, (80 a 90 %) em relação aos valores admissiveis de percentagem de saturação (50 a 30 %). Parece, pois, tratar-se de um corpo de água ainda com grande ou muito grande capacidade de recepção para elementos poluidores particularmente ávidos do oxigénio das suas águas. No entanto, nos «Estudos de Ante-projecto», indica-se que nalgumas estações localizadas na região de montante do estuário, o oxigénio dissolvido diminui contìnuamente com a profundidade, o que pode ser devido a decomposição de substâncias sedimentadas e admite-se que a matéria orgânica dos lodos que formam uma grande parte do estuário provenha, em percentagem apreciável, dos esgotos de Lisboa.

Infelizmente não pudemos efectuar qualquer averiguação experimental sobre este assunto, dada a dificuldade da questão e nos parecer primordial delimitar primeiramente as zonas ou áreas a investigar o que, em parte, conseguimos com a delimitação das já referidas zonas de turvação ou perturbação. Em relação à zona montante do estuário, uma análise das águas em período de turvação acusou o seguinte (região em frente de Alcochete):

substâncias dissolvidas	37,243 g/l
subtâncias em suspensão:	
orgânicas	0,021 g/l
minerais	0,145 g/l

A composição média de um esgoto muito diluído é de:

substâncias em suspensão:	
orgânicas	0,215 g/l
minerais	0,085 g/l

O valor relativamente pequeno de substâncias orgânicas em suspensão registado na análise referida corresponde no entanto a volumes consideráveis de matéria orgânica no estuário. Mas a origem desta matéria orgânica, ao que julgamos, não deve ser primàriamente procurada nas lamas dos esgotos de Lisboa, antes nos materiais carreados pelo rio ao atravessar e drenar uma extensíssima bacia hidrográfica largamente sujeita a práticas agrícolas. É a esta matéria orgânica proveniente da poluição natural que se deve atribuir, ao que tudo indica, o B. O. D. médio da ordem dos 2 mg/l determinado em análises das águas do estuário.

A zona montante do estuário porque é a bacia de sedimentação dos materiais carreados pelo rio, assemelha-se a um enorme tanque de sedimentação, com a diferença em relação aos tanques de sedimentação de esgotos, de ser muito maior a percentagem de matérias minerais de que orgânicas e de ser incomparàvelmente menor a concentração de bactérias patogéneas. A escolha desta região para o lançamento dos esgotos é, assim, de certo modo apropriada dado o ligeiro acréscimo em matérias sedimentáveis que esse lançamento acarreterá. Há, porém, uma circunstância importantissima: é que enquanto a poluição e sedimentaçãa natural é muito difìcilmente controlável — e pode sê-lo, em certa medida, com as obras de regularização, rega e povoamento florestal previstas ou em execução, ao longo do Tejo, em Portugal e Espanha — a poluição e sedimentação dos esgotos controla-se relativamente muito bem através de uma depuração que se pode levar até, pràticamente, ao grau que se desejar.

Os requisitos para o lançamento de esgotos em grandes corpos de água são menores do que em todos aqueles casos em que é menor ou muito menor o volume disponível para diluição. Assim é que a sedimentação pode ser reduzida quando se trata de lançamentos em grandes corpos de água. Em relação ao estabelecimento de condicões assegurando poluições mínimas em qualquer zona do estuário, a previsão de um tratamento por sedimentação parece ser inteiramente de seguir particularmente no que se refere à retenção dos materiais mais grossos.

Capacidade de renovação ou volumes de escoamento

Em cada período de maré entra no estuário um dado volume de água proveniente do rio, e

sai do estuário para o oceano um volume de água doce sensìvelmente igual àquele (hipótese de caudal e amplitude de maré constantes). Se assim não fora o estuário tenderia a tornar-se progressivamente mais salino ou mais doce, em vez de manter uma salinidade sensìvelmente constante. Enquanto o volume de água doce que entra tem a salinidade zero, o volume de água doce que sai tem uma salinidade próxima da da água do mar, o que quer dizer que se encontra misturado num volume considerável de água salgada. Sendo R o volume de água doce entrado no estuário durante um período de maré, e sendo V o volume final (água doce mais água do mar) saído do estuário, nesse período, torna-se evidente que $R = FV$, sendo F a percentagem de água doce do volume final saído. Um valor F de 100 % corresponde, òbviamente, à água doce e um valor F de 0 % à água oceânica. Na foz do estuário a salinidade é muito alta — e portanto F muito pequeno — pelo que $V = \frac{R}{F}$ será muito grande. Como a salinidade diminui para montante, o volume V diminui, também, para montante. Este volume V que a água doce arrasta ao atravessar e sair do estuário designa-o Ketchum por «flushing volume» ou seja o volume de limpeza ou fluxo do estuário, o seu volume de «escoamento» ou escoado. A este volume saído, num período de maré, corresponde a entrada, na maré seguinte, de um volume de água salgada suficiente para restabelecer o equilíbrio das salinidades. Este volume de nova água do mar entrado pode, com propriedade, designar-se de caudal ou volume de renovação. Ele não é, porém, exactamente igual ao volume de escoamento ou limpeza. Os dois valores diferem precisamente do valor R, caudal ou volume do rio por maré. Embora Ketchum (1) se não sirva desta noção de caudal de renovação é fácil de deduzir que o volume de renovação V_1 é igual a $V - VF$, ou seja a parte de água salgada que existe no volume V:

$$V_1 = V - VF = V - R$$

Em relação a caudais de água doce relativamente pequenos pode confundir-se, sem grande erro, o caudal de escoamento ou limpeza, com o caudal de renovação. Para maiores valores de R o cálculo do caudal de renovação pode ficar muito aquém do caudal ou volume que efectivamente se regista no estuário permitindo o carreamento para o oceano de produtos ou materiais introduzidos no estuário. No entanto, se estendermos a noção de renovação não só aos caudais que são efectivamente renovados com água do mar, mas ainda aos volumes de água doce entrados no estuário e que também renovam as suas águas, podemos designar de *volume de renovação* precisamente o que Ketchum chama «flushing volume» ou seja o volume V.

São estes caudais de renovação — entendida como se acaba de definir — e não os caudais ou volumes do prisma de marés que asseguram a limpeza do estuário e impedem a progressiva acumulação de materiais dentro do estuário. Como se sabe, os cálculos mais usuais baseiam-se no volume do prisma de marés, o que não é correcto, já que a maior ou boa parte desse volume corresponde a águas que voltam a entrar na maré seguinte e que já estiveram dentro do estuário na maré anterior. Em 1941 (1), calculou o Eng.º Arantes e Oliveira, valores de caudais de renovação da ordem de 10 % a 20 % apenas do volume do prisma de marés. Ainda segundo Arantes e Oliveira «o estuário do Tejo oferece duas características importantes, tendentes uma e outra a avolumar a intensidade do movimento circulatório no seu seio. A primeira é o valor relativamente elevado da amplitude média das marés. A segunda é a rápida elevação do seu leito, sobretudo na secção a montante da linha Beato-Montijo, que dá origem a um intenso regime de misturamento vertical e correlativamente aos consideráveis volumes empenhados no movimento circulatório».

As deduções feitas por Arantes e Oliveira para calcular o movimento circulatório baseiam-se na expressão que indica deverem as quantidades de sais que entram no estuário (predominantemente pelas camadas mais profundas) igualarem as quantidades de sais que dele saem (predominantemente pelas camadas superficiais) para que a salinidade se mantenha constante. Designando por Q o caudal de água doce, por V o volume que entra e sai numa dada secção,

(1) B. H. Ketchum. «Journal of Marine Research» — vol. X, n.º 1 — Junho 1951 — e «Sewage and Industrial Wastes» — 1951, pgs. 198.

(1) Ob. cit., Cap. IV

por S_m a salinidade média das camadas superiores e por Sm a salinidade média das camadas inferiores, tem-se:

$$(Q + V)\ Sm = Sm'\ V$$

donde:

$$V = \frac{Q\ .\ Sm}{Sm' - Sm}$$

O cálculo de V, em cada secção, é assim feito com base nas salinidades médias na parte superficial e profunda do estuário. Os valores dos caudais de renovação calculados com base em determinações experimentais (para diversas amplitudes de marés e caudais de água doce) são da ordem de 3.000 a 4.000 m3/seg, com um mínimo de 1.000 e um máximo de 10.000 m3/seg.

De acordo com a concepção de Ketchum o período de estofa do preia-mar corresponde a uma igualização das salinidades, desde o fundo à superfície, e o baixa-mar corresponde, ao contrário, a uma acentuada estratificação. Em estações mais representativas das condições gerais do estuário (estações L, M, «Estudos de Ante-projecto») pode verificar-se uma perfeita coincidência dos resultados experimentais com esta concepção. A zona de jusante do estuário é a parte em que se regista maior afastamento dos resultados teóricos pois a igualização de salinidades, do fundo à superfície, a certa hora do preia-mar, está longe de ser perfeita, pelo que é necessário introduzir certas correcções, como mais adiante se indica. O valor de salinidade, em preia-mar, vai sendo tanto menor quanto mais para montante se caminha. Ketchum considera o estuário dividido longitudinalmente num certo número de troços ou segmentos em relação aos quais admite igualização de condições. O comprimento destes troços será sensìvelmente o correspondente ao alcance de uma partícula de água, no percurso correspondente a uma enchente. O volume do prima de marés entra, em toda a profundidade do estuário, nesse segmento de jusante empurrando para o troço contíguo montante a água que naquele estava e assim sucessivamente. Conhecendo a configuração do estuário — perfil longitudinal e secções transversais — pode-se, a partir de montante, determinar um primeiro troço ou segmento de volume igual ao do caudal do rio num período de maré. É o segmento inicial de salinidade zero (determinado para condições de preia-mar). O segmento seguinte é determinado de modo a que o volume do segmento inicial preenche o segundo segmento quando em baixa-mar. Determina-se, depois, o volume total deste segundo segmento em relação à linha de preia-mar. O terceiro segmento é obtido de modo a que o volume de preia-mar do segundo segmento preencha o volume, em baixa-mar, do terceiro segmento e assim sucessivamente.

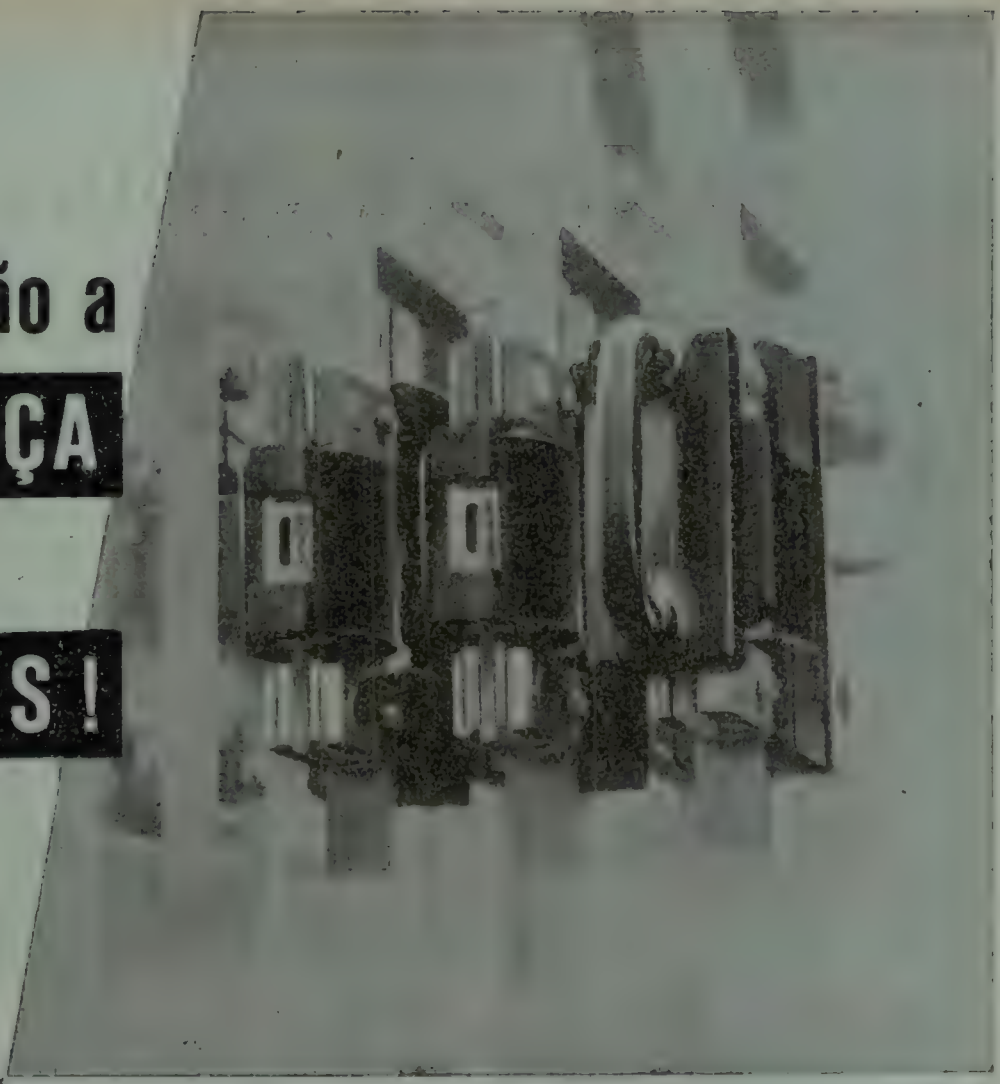
Designando por V o volume, em cada segmento, quando em baixa-mar e por P o volume entre os níveis do baixa-mar e preia-mar, cada segmento fica caracterizado por um coeficiente de troca, $r = \frac{P}{P + V}$ que exprime a proporção de água removida na vazante em cada segmento.

A quantidade de água doce acumulada em cada segmento, em preia-mar, é dada por $Q = \frac{R}{r}$, sendo R o caudal do rio por maré. A relação $\frac{Q}{P + V}$ exprime a percentagem de água doce em cada segmento e, portanto, a sua salinidade. Na Fig. 8 indicam-se além da planta geral e perfis transversais, o perfil longitudinal do estuário com indicação dos valores da P + V, V, P, r, Q e $\frac{Q}{P + V}$, para a maré de amplitude média (2,60). Os caudais ou volumes de renovação, P, deduzidos em acordo com esta teoria são menores que os volumes correspondentes do prisma de marés, P + V. Os resultados obtidos para os valores de caudais de renovação apresentam uma anomalia — que deve ser devida à estranha configuração do estuário, ao que supomos — não aumentando gradualmente para juzante, como sucede com os valores do prisma de marés, mas acusando um máximo sensìvelmente nas secções 2 e 3.

Tendo em atenção as indicações de Ketchum no que respeita a zonas de imperfeita mistura e a própria configuração do estuário, introduzimos a correcção de excluir toda a zona mais profunda entre as secções 6 e 22. Com esta correcção, a anomalia é bastante atenuada, mas ainda não se regista uma linha de aumento progressivo dos valores da renovação, ou pelo menos, uma linha horizontal.

Ketchum indica além da correcção por imperfeita mistura vertical, as correcções para aten-

Tenha em consideração a SEGURANÇA e as PERDAS!



Soprel

SCHRÉDER

Senhor Engenheiro:

Ao estabelecer os seus projectos, não esqueça que a indústria nacional fabrica

CORTA-CIRCUITOS FUSÍVEIS DE ALTO PODER DE CORTE

que são o tipo de fusíveis hoje preferido para protecção de instalações contra sobrecargas e curto-circuitos.

CAPACIDADE DE CORTE: 55000 A sob 550 V C. A.
INTENSIDADE NOMINAL: 63, 100, 200, 350, 600 e 1000 A

CARTUCHOS INEXPLOSÍVEIS, RECARREGÁVEIS PELOS UTILIZADORES
PERDAS REDUZIDAS. GRANDE ECONOMIA DE CONSUMO
MAIS EFICIENTES, MAS NÃO MAIS DISPENDIOSOS

SOPREL • SOCIEDADE DE OBRAS E PROJECTOS DE ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES GERAIS

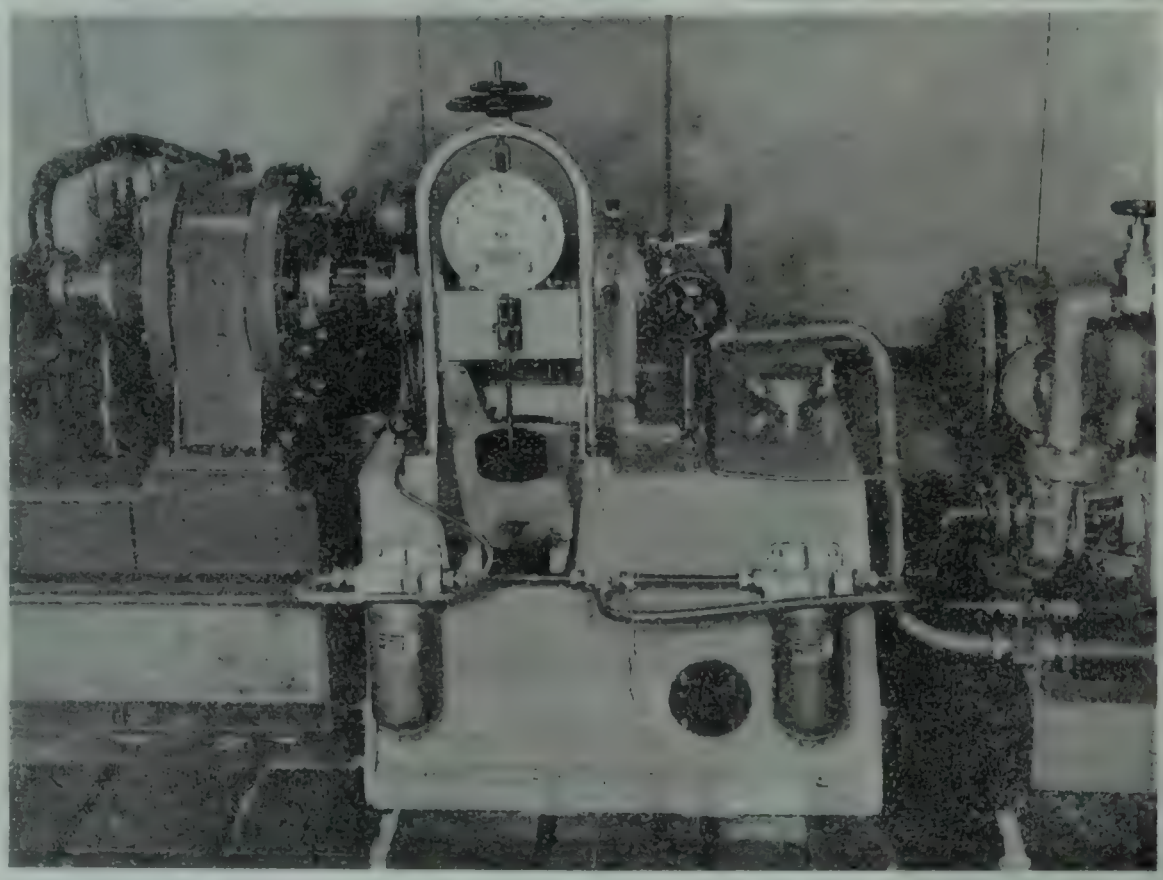
INDÚSTRIAS ELÉCTRICAS ASSOCIADAS-INEL

Sede em Lisboa: Rua Rodrigo da Fonseca, 76, 4.º
TELEF. 730161/2/3/4/5 — TELEG. INELA—LISBOA
Delegação no Porto: Rua de Santa Catarina, 470
Telef. 28841, 28842, e 28843 — Teleg. INEL PO-PORTO

HEENAN & FROUDE, LTD.

WORCESTER

fabricantes de equipamento de ensaio dinamométrico



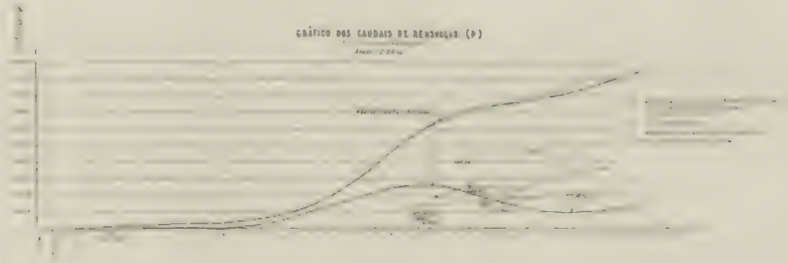
Freio para o ensaio de turbinas até 100 H. P. e 65000 R. P. M.; potência absorvida por fricção de lâmina de óleo entre rotor e stator

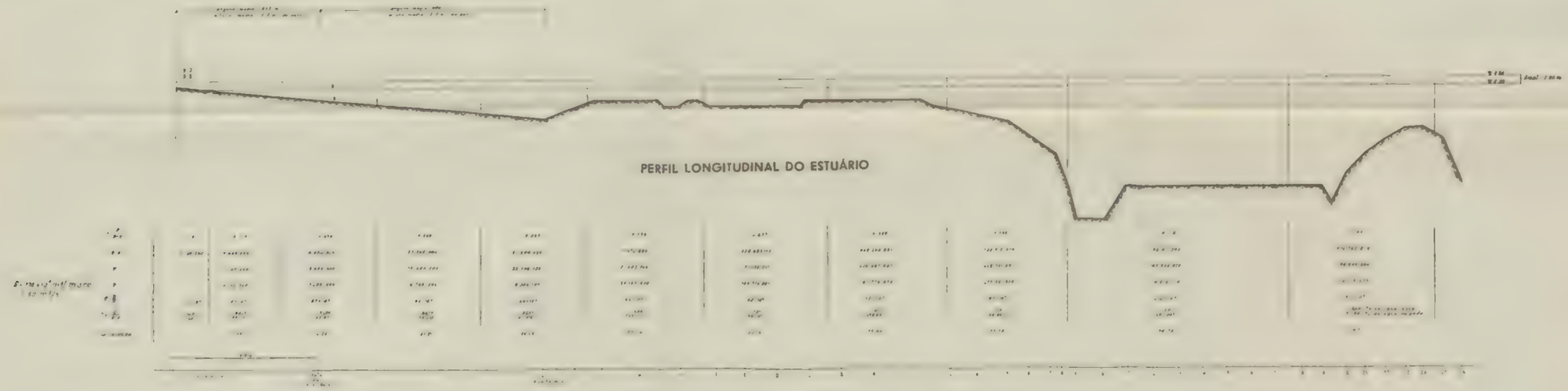
REPRESENTANTES:

The Engineering Company of Portugal, Lda.

Rua dos Remolares, 12-1.º Tel. 32991/2/3 LISBOA

PLANTA DO ESTUÁRIO — SECÇÕES TRANSVERSAIS





PERFIL LONGITUDINAL DO ESTUÁRIO

Fig. 8 — Determinação dos caudais de renovação — Maré de 2,60

der a desigual distribuição horizontal e desigual distribuição longitudinal horizontal. Estas últimas não nos foi possível de ter em conta por falta de dados.

Apresentamos, em gráficos, a distribuição de salinidades ao longo do estuário, deduzidos em acordo com a teoria de Ketchum, para marés de amplitude 1,00; 1,70; 2,60; 4,36, sendo o caudal do rio 60 m^3/seg. Apresentamos, ainda, essa distribuição para uma maré de 2,60, tendo em conta todo o troço do rio interessado ou seja a partir de 7 a 9 kms a montante da vala de Azambuja, ponto de salidade nula, pois nos cálculos restantes simplificou-se a questão o que não tem sensível influência, em relação à zona do estuário de maior interesse. Apresenta-se, ainda, a distribuição correspondente a uma maré de amplitude 2,60 mas com um caudal de água doce de 220 m^3/seg. Notamos que o perfil longitudinal do estuário foi considerado bastante para além da foz geográfica do estuário (São Julião — Bugio) uma vez que é evidente manter-se para além deste limite o jogo das salinidades. Considerámos como fazendo ainda parte do estuário, no que se refere a salinidades, uma certa área exterior à foz geográfica e determinada com certa aproximação a partir da figura inserta a págs. 8-III dos «Estudos de Ante-projecto».

Procurámos efectuar no dia 10 de Agosto de 1953, com maré de 3,15 uma confirmação experimental dos valores deduzidos teòricamente. Para esta confirmação interessava efectuar, *à mesma hora do preia-mar*, a determinação de salinidades ao longo de todo o estuário. Não nos foi possível, infelizmente, dispor de meios para efectuar análises simultâneas ao longo de cerca de 30 km de percurso. As colheitas foram feitas de juzante para montante, utilizando o mesmo barco, em 7 locais, sendo o primeiro perto do Bugio e o último em frente de Alcochete. Em virtude de atraso na partida a primeira colheita foi feita apenas 40 minutos antes do P. M. de modo que a última colheita foi feita já com duas horas de vazante, o que tira interesse e rigor aos resultados. No entanto apresentam-se os resultados obtidos em relação a quatro perfis correspondentes a não muito grande diferença na hora da colheita. Nota-se uma tendência para redução desses caudais para montante, o que foi confirmado em análises de salinidade posteriores. No gráfico da maré média indicam-se também os resultados obtidos por Arantes e Oliveira com base, como já se disse, em valores de salinidades médias nas camadas superiores e inferiores do estuário. Esses caudais correspondem a marés de várias amplitudes. Os valores correspondentes às estações «P», «Q» e «O» correspondem a um caudal médio de rio de 220 m^3/seg, mas parece dizerem respeito a um período de chuvas pelo que podem estar afectados por isso, particularmente os valores referentes às estações «P», «Q» localizadas em zona marginal muito sensível à influência de caudais pluviais marginais. Os valores indicados para as estações P e Q apresentam uma anomalia, com redução de caudal para maré de maior amplitude.

Tendo em conta todos estes resultados adoptámos como curva mais provàvelmente representativa dos caudais de renovação, ao longo do estuário, e para diversas amplitudes de maré, as quais se indicam, nos gráficos respectivos.

Tem-se, em relação aos perfis ou secções 2 e 4 do estuário os seguintes caudais de renovação: (para um caudal de rio de 60 m^3/seg):

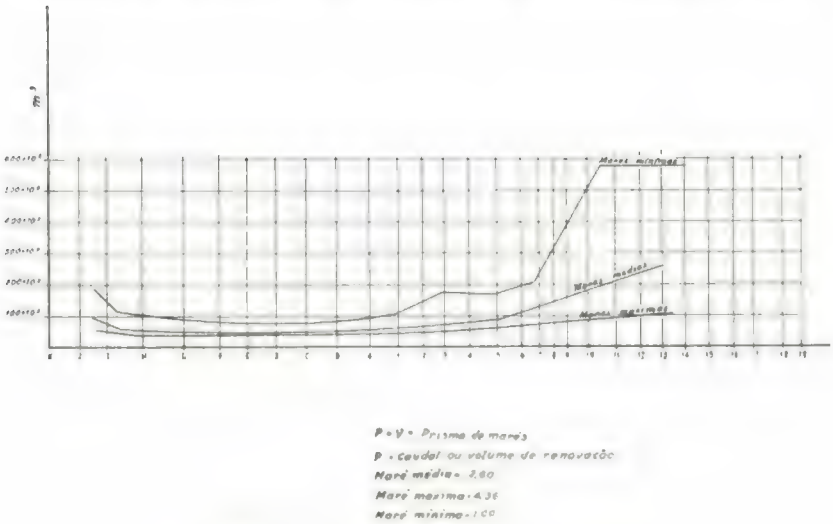
	Perfil 2 (m^3/seg)	*Perfil 4* (m^3/seg)
marés máximas (4,4)	7.000	7.600
marés médias (2,6)	3.000	3.300
marés mínimas (1,0)	460	500

É de notar que os maiores caudais médios mensais do rio são da ordem dos 1.000 a 1.200 m^3/s, nos meses de Inverno, que só não são largamente excedidos pelos caudais de renovação correspondentes a marés mínimas.

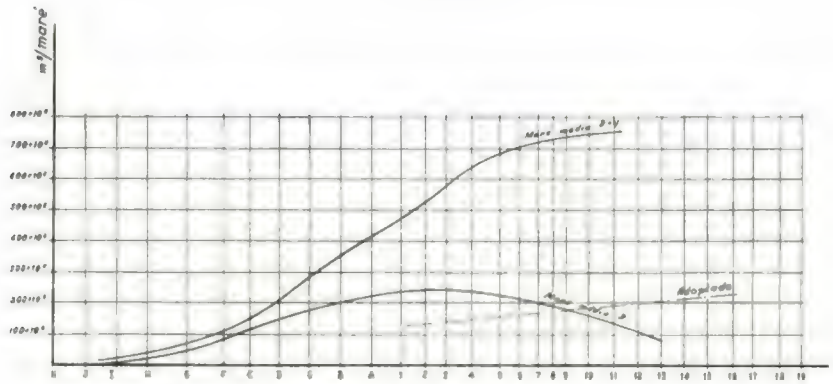
Há a notar que no estuário do Tejo a passagem de uma maré mínima a média é muito rápida — cerca de 5 dias — pelo que o equilíbrio dos caudais de água doce acumulados pode não acompanhar o ritmo da mudança de amplitude, de maré para maré. Sendo assim, os caudais de renovação não chegarão a atingir os máximos e mínimos indicados.

Considerando uma população futura de 1.200.000 habitantes e um caudal de esgoto, nas 12 horas de maré, de 200.000 m^3, correspondente a 300.000 m^3/dia, podem-se calcular, com base nas fórmulas indicadas por Arantes e Oliveira as percentagens de saturação a prever pelo efeito do lançamento de esgotos não tratados na sec-

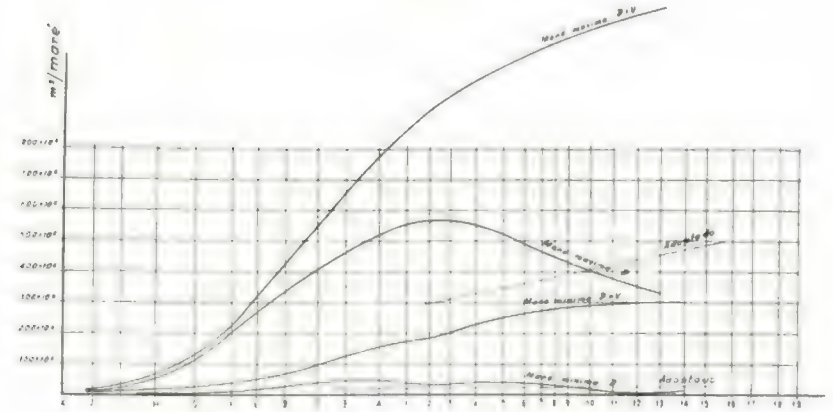
Caudais de renovação para várias amplitudes de maré



Cálculo dos QQ (água doce acumulada)
(sem rectificação)



Caudais de renovação — maré média



Caudais de renovação — maré máxima e mínima

Fig. 9

ção 4 do estuário, em período de maré média:

$$B.\ O.\ D_{20} = \frac{129\ gr/h/dia \times 1.200.000}{300.000} =$$

$$= 510\ gr\ m^3 = 510\ mg/1$$

Prisma de marés $640 \times 10^6\ m^3$

Renovação: $\tau = 22\ (\%)$

$$n = \frac{200.000}{640.000.000} = \frac{1}{3.200}$$

$$d = \frac{K_1}{B_1\ B_2} \cdot d.\ n.$$

$K_1 = 0{,}23$

$K_2 = 0{,}07$

$\tau = 22$

$$B_1 = K_1 + \frac{1}{\tau} = 0{,}23 + 0{,}45 = 0{,}68$$

$$B_2 = K_2 + \frac{1}{\tau} = 0{,}07 + 0{,}45 = 0{,}52$$

$$d = \frac{0{,}23}{0{,}68 \times 0{,}52} \times 510 \times \frac{1}{3.200} = 0{,}103\ mg/1$$

Considerando uma percentagem inicial de 90 % (equivalente a 0,7 mg/1) a percentagem de saturação final seria apenas de:

$$100 - 100\ \frac{0{,}7 + 0{,}1}{7{,}6} = 88{,}4\ \%$$

Em relação a marés mínimas ter-se-ia uma percentagem de renovação de 8,7 % e um valor final de percentagem de saturação de 70 %.

Estes cálculos baseiam-se, porém, na hipótese do volume de esgotos lançados poder ser afectado por todo o caudal de renovação correspondente à secção 4 do estuário. Para isso, teria de se admitir o lançamento de esgotos através de exutor interessando toda a secção transversal do estuário, o que não é solução a encarar na prática Há, pois, que reduzir o caudal de renovação em conformidade com o alcance efectivo do exutor e ter, ainda, em conta que a localização do mesmo terá possìvelmente que vir a ser feita a montante da secção 4. Por outro lado, haverá que considerar uma menor carga poluidora a lançar visto, na solução prática, se não poder deixar de encarar um certo grau de tratamento.

Considerando uma depuração dos esgotos da ordem dos 50 %, um lançamento sensìvelmente na secção 2 e um volume do prisma de marés de apenas 40 % do total naquela secção, a percentagem de saturação ainda seria, mesmo em período de marés mínimas, superior a 50 % (e o limite admissível nesta zona de lançamento deve poder descer a 30 %). Um grau de depuração superior ao indicado só virá, assim, a ser exigido para efeitos de reduzir a área perigosa de contaminação a valores mínimos. Mais dados de carácter experimental, preferìvelmente a obter em face de lançamento de esgotos em 1.ª fase, são necessários para se atingir uma completa definição quantitativa do problema, muito embora se possam calcular desde já, com certa aproximação, os alcances da contaminação perigosa para vários graus de depuração.

Das condições de utilização e poluição do estuário resulta a conveniência de prever uma estação depuradoura na zona industrial ou no limite norte da cidade de Lisboa. Esta localização é inteiramente preferível à localização em plena zona urbana da cidade. Dentro desta apenas seria de encarar, ao que julgamos, a localização de dispositivos correspondentes a um grau de tratamento relativamente reduzido. Em relação a uma possível localização de dispositivos de depuração, ainda que parcial, na região do vale de Alcântara, não se deixa de notar a proximidade de zonas urbanas e residenciais de importância e a necessidade de instalar exutores em plena zona desportiva do estuário e a distância relativamente pequena de zonas balneares de primeira ordem.

Destino dos esgotos e seu aproveitamento

A forma mais radical de evitar a poluição do estuário consiste obviamente em efectuar o lançamento dos esgotos no terreno, em áreas bem delimitadas e controláveis, com o aproveitamento da água e materiais azotados para fins agrícolas. A transferência dos efluentes para áreas agrícolas não deixa de exigir um certo grau de tratamento também e obriga a instalações relativamente onerosas de condução e distribuição de água. Os estudos económicos até à

data efectuados provam, no entanto, a inteira viabilidade do sistema que se revela particularmente indicado em relação às nossas condições climáticas e geográficas de carência de água, velmente com a época do cultivo de ostras. Por outro lado o aproveitamento das lamas — também altamente viável — implica o interesse de uma depuração conduzida durante todo o ano.

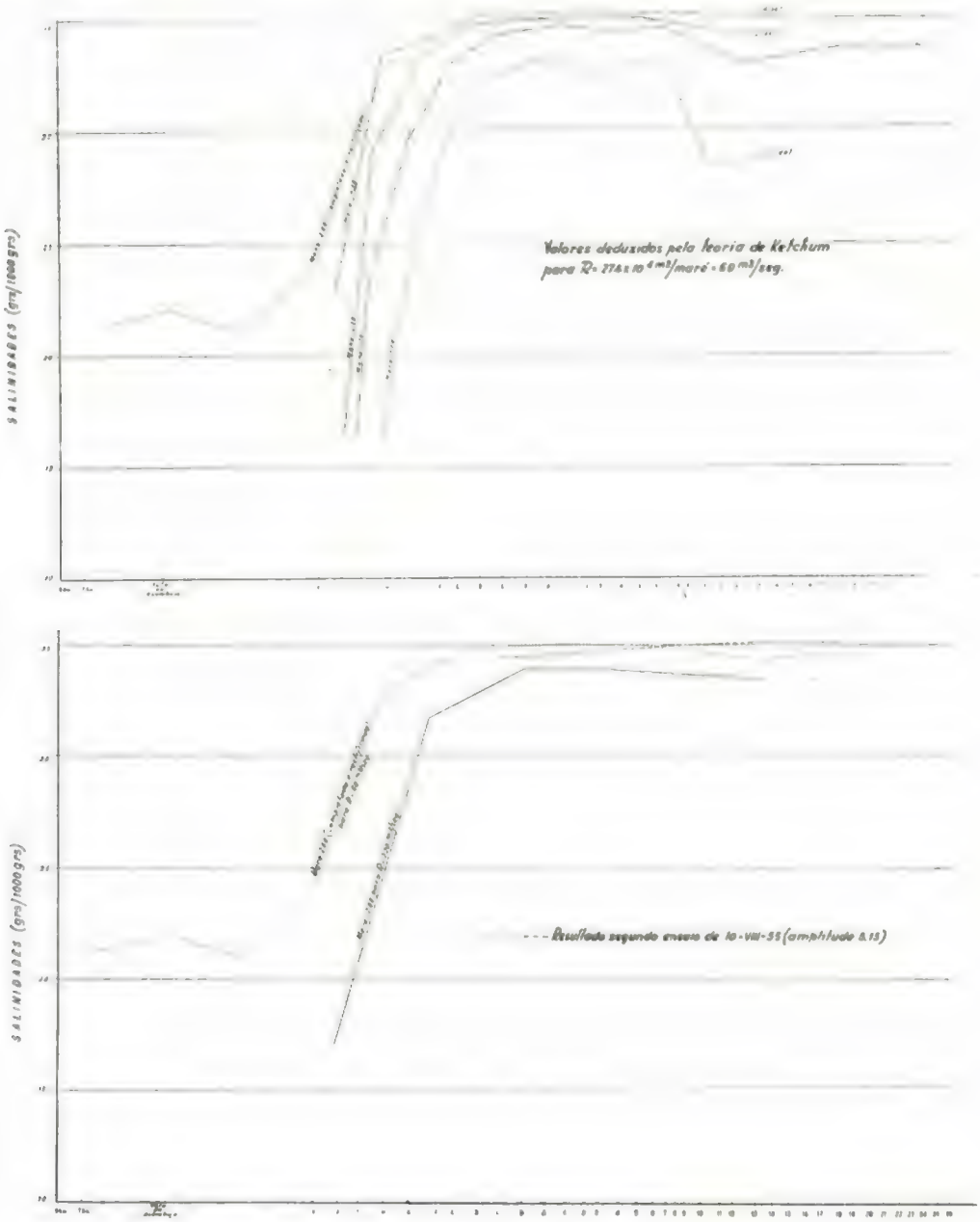


Fig. 10 — Distribuição longitudinal das salinidades (em praia-mar)

fertilizantes e matéria orgânica. É assunto, porém, que não faz parte do presente trabalho. E' de notar que mesmo com um aproveitamento por irrigação de água relativamente depurada durante a época de estiagem, subsiste o problema do lançamento final dos esgotos durante os restantes meses do ano que coincidem sensì-

O presente trabalho é um resumo dos vários estudos efectuados pelo autor, estudos esses largamente facilitados pelo material de investigação já anteriormente recolhido nos fundamentais «Estudos de Ante-projecto» já referidos.

Da parte do Eng.º Geografo Paulo de Lemos, da Administração Geral do Porto de Lisboa;

MATERIAL DE ALTA TENSÃO

JAYME DA COSTA, L.DA

LISBOA
RUA DOS CORREEIROS, 14

PORTO
PRAÇA DA BATALHA, 12

LUANDA
CAIXA POSTAL 5174

ENTREGAS RÁPIDAS

UNILENE

Características:

Leveza; grande resistência ao choque, esmagamento e abrasão; boa flexibilidade; grande estabilidade dimensional; perdas de carga mínimas; imunidade à incrustação, insensibilidade às baixas temperaturas; resistência aos ácidos minerais, alcalis e soluções salinas, inatacabilidade por fungos ou roedores. Não tóxico.

Restrições:

A temperatura máxima de serviço contínuo é de 50° C.

Aplicações:

Construção Civil, Indústria Química, Condutas desmontáveis ou fixas para cerveja, agricultura, vinicultura, sulfato para as vinhas, estábulos, nitreiras, centrais leiteiras, sumos de frutos, águas ácidas, água salgada ou calcárea, condutas de água e ar nas minas, pedreiras, etc.

UNILENE

SOCIEDADE FABRIL DE MATÉRIAS PLÁSTICAS

PORTO
RUA DO HEROÍSMO, 291
Tele { gramas UNISOTRA
fone (prov.) 5 2102

LISBOA
RUA DA EMENDA, 19
Tele { gramas UNISOTRA
fone 2 0448 - 36 7488 - 36 7489

obtivemos inestimável colaboração na efectivação de ensaios de flutuadores, localização de pontos no estuário e fornecimento de dados e documentação. As figs. 1 e 2 foram por nós elaboradas em grande parte com base no seu estudo: «Contribuição para o conhecimento das correntes superficiais do Tejo». A A. G. P. L. concedeu-nos largos meios de acção nos estudos efectuados. As análises de salinidade foram efectuadas no Instituto de Biologia Marítima, a cujo director, Dr. Magalhães Ramalho, também ficamos a dever muitos benefícios em conhecimentos e documentação postos à nossa disposição. As análises bacteriológicas foram feitas sob a direcção do Dr. Carlos Coutinho, utilizando-se o método americano de fermentação do meio lactosado, com caracterização dos *eschecritia coli* de origem fecal. A Câmara Municipal de Lisboa financiou todos os estudos julgados necessários.

SUMÁRIO

O estuário do Tejo, com um volume do prisma de marés médio de 690.000.000 m^3 recebe os esgotos de Lisboa (850.000 habitantes) e de outras povoações de muito menos importância. Os índices de poluição médios das águas estuarinas são muito baixos. No entànto, a contaminação atinge valores elevadíssimos em extensas áreas da margem norte onde se situam a cidade e zonas desportivas e balneares. As áreas de cultivo de ostras situam-se em região de muito menor contaminação. Determina-se a capacidade de renovação das águas do estuário e mostra-se a possibilidade de utilizar uma parte dos 24.000 ha da superfície do estuário para zona de lançamento de esgotos, após certo grau de tratamento. Refere-se a possibilidade de não utilizar o estuário na recepção dos esgotos a enviar para áreas agrícolas, com aproveitamento da água e produtos azotados e orgânicos.

SOMMAIRE

L'estuaire do Taje, avec un volume du prisme de marée moyen de 690.000.000 m^3, recoit les egouts de Lisbonne (850.000 habitants) et d'autres aglomerations de moindre importance. Les valeurs de la polluition moyenne des eaux sont très bas. Cepandant, la contamination atteint des chiffres très elevés dans certaines aires ou se placent la ville et les zones sportives et balneaires. Les zones de cultivation d'huitres ont beacoup moindre contamination. On determine la capacité de renouvellement des eaux de l'estuaire et on montre la possibilité d'utilizer une partie des 24.000 ha de la surface de l'estuaire comme region de reception des egouts aprés un certain degrée de traitement. On remarque la possibilité de pas utilizer l'estuaire mais des regions agricoles pour la reception et utilization des eaux des egouts et produits organiques.

ALUNOS PREMIADOS NO ANO LECTIVO DE 1955-56

Prémio «Doutor Mira Fernandes»

destinado ao aluno mais classificado nas cadeiras de Cálculo Diferencial, Integral e das Variações e Mecânica Racional.

Aluno n.º 3894, *Carlos Eugénio de Barros Vidal.*

Prémio «Francisco da Fonseca Benevides»

destinado ao aluno mais classificado na cadeira de Física Geral e Experimental.

Aluno n.º 4009, *Ricardo Manuel Simões Bayão Horta.*

Prémio «Tomaz Bordalo Pinheiro»

1.º classificado — aluno n.º 4197, *Eurico Jorge Marques Antunes.*

2.º clas. «ex-aequo» { aluno n.º 4167, *Rudolf Thomas.*
aluno n.º 4251, *Rui Manuel de Jesus Mendes.*

3.º clas. «ex-aequo» { aluno n.º 4159, *Manuel Mendes Garcez de Carvalho.*
» n.º 4178, *António Franco de Oliveira Falcão.*
» n.º 4224, *José Mário da Silva Máximo.*
» n.º 4320, *Valter Antunes Carmelo.*

Prémio «Saraiva de Carvalho»

destinado ao aluno mais classificado na cadeira de Pesquisas e Exploração de Minas.

Aluno n.º 2267, *Felismino Ferreira Teles.*

destinado ao aluno mais classificado no último ano do curso de engenharia electrotécnica.

Aluno n.º 3334, *Rui Gonçalo do Carmo Moura.*

Prémio «Dr. Mário Bastos Wagner»

destinado ao aluno mais classificado na especialidade de Engenharia Químico-Industrial.

Aluno n.º 3228, *João Manuel Midosi Bahuto Pereira da Silva Martins Pereira.*

Prémio «Bandeira de Melo»

destinado ao aluno mais classificado em qualquer dos cursos de Engenharia.

Minas — (não foi conferido).

Electrotecnica — aluno n.º 3334, *Rui Gonçalo do Carmo Moura.*

Mecânica — aluno n.º 3019, *Manuel Frederico Campos Andrada Oom.*

Químico-Industrial — aluno n.º 3228, *João Manuel Midosi Bahuto Pereira da Silva Martins Pereira.*

Prémio «Dr. Brito Camacho»

destinado ao aluno que concluíu com maior classificação qualquer dos cursos professados no Instituto.

Aluno n.º 3228, *João Manuel Midosi Bahuto Pereia da Silva Martins Pereira.*

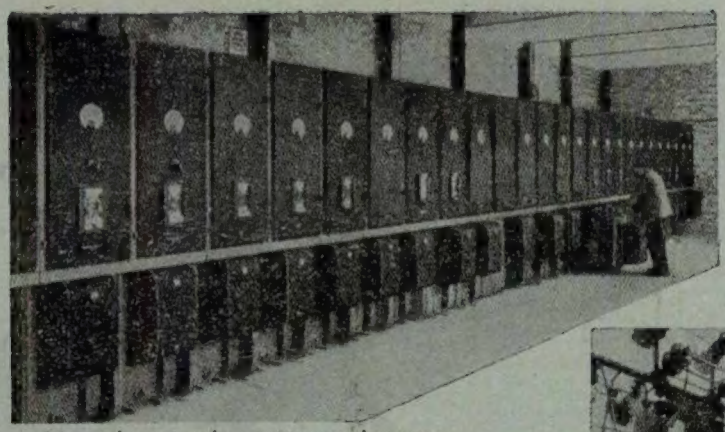
Prémio «Companhia União Fabril»

destinado ao 1.º e 2.º classificados nos cursos de Engenharia Mecânica e Químico-Industrial.

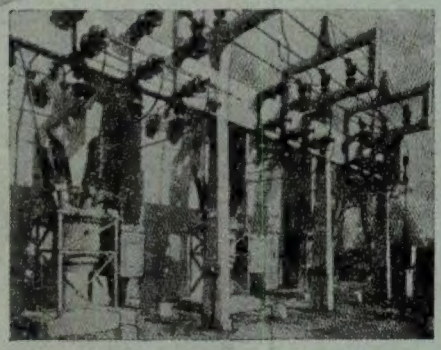
Eng.ª Mecânica — 1.º classificado, aluno n.º 3228, *Manuel Frederico Campos Andrada Oom.*

Eng.ª Químico-Industrial — 1.º classificado, aluno n.º 3228, *João Manuel Midosi Bahuto Pereira da Silva Martins Pereira.*

Eng.ª Químico-Industrial — 2.º classificado, aluno n.º 4098, *Maria Helena Alves Venda.*



APARELHAGEM
DE CORTE



A figura da esquerda mostra um dos 4 paineis do equipamento auxiliar da Central Geradora de Rye House, B. E. A. Eastern Division, compreendendo um total de cento e catorze disjuntores em banho de óleo, de contactos verticais tipo QF, 150 MVA, 3,3 kV;

A figura da direita mostra: Parte da instalação exterior com barramento duplo de 33-KV, 1.000 MVA, da central acima, contendo disjuntores em banho de óleo do tipo JB.

THE **BRITISH THOMSON-HOUSTON** CO. LTD · WILLESDEN · ENGLAND
Member of the AEI group of companies

REPRESENTANTES GERAIS
GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA
RUA DO NORTE, 5 – LISBOA • RUA SÁ DA BANDEIRA, 585 – PORTO
A 4628

XYLAMON assegura uma **protecção total** da madeira contra os ataques de fungos e insectos

XYLAMON existe em várias qualidades preventivas e curativas.

XYLAMON é um produto de reputação mundial existente há mais de 20 anos.

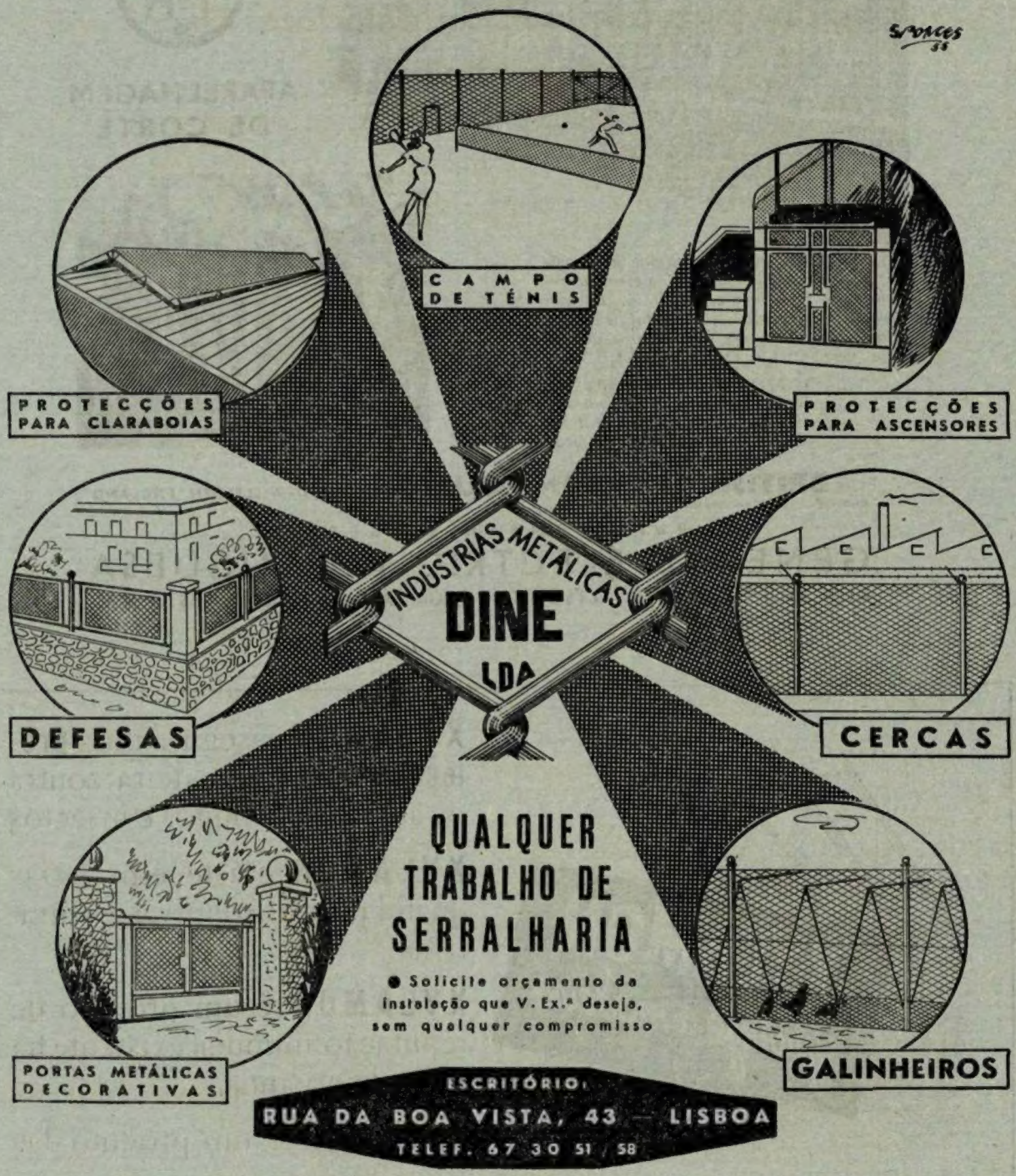
XYLAMON é um produto das

D. SOLVAY W.

EMPREGO FÁCIL E ECONÓMICO

Experiências feitas no Laboratório Nacional de Engenharia Civil comprovam OFICIALMENTE em Portugal a excelente qualidade do XYLAMON

SOMIPA — Rua Fialho de Almeida, 3-4.º Esq. — LISBOA — Tel. 51512



Temos para venda:

Redes tremida, elástica e MAVAR